ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1956.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND DE GRAMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Raoul Combes** signale la présence de M. **Frits Went**, Correspondant de l'Académie, Directeur de l' « Earhart Research Laboratory » de Pasadena, et M. **Roger Heim** celle de M. **Pierre Martens**, Correspondant de l'Académie, Professeur à l'Université de Louvain. M. le Président leur souhaite la bienvenue et les invite à prendre part à la séance.

HYDRAULIQUE. — *Influence de la durée de fermeture dans les chambres d'équilibre déversantes à étranglement.* Note (*) de M. **Léopold Escande**.

Les manœuvres d'une certaine durée engendrent un volume déversé nettement supérieur à celui que provoquent les fermetures instantanées.

Soient p_0 et r_0 les pertes de charge dans le canal d'amenée et dans l'étranglement pour le débit maximum et soit a la hauteur du seuil au-dessus du niveau statique, en grandeurs relatives, l'étranglement optimum est défini, comme nous l'avons montré [1], par la condition

$$r_0 = p_0 + a.$$

Dans un travail antérieur [2] concernant les chambres d'équilibre à étranglement non déversantes, nous avons montré que les manœuvres de fermeture d'une certaine durée provoquent une montée du plan d'eau supérieure à celle qu'engendre une fermeture instantanée. Nous avons pensé que, dans le cas d'une cheminée déversante à étranglement optimum, la durée de fermeture doit avoir une influence analogue, en majorant le volume déversé vis-à-vis de celui qui correspond à une fermeture instantanée.

Nous résumons, dans la présente Note, les vérifications que nous avons faites, dans le cas d'une perte de charge $p_0 = 0{,}6$, correspondant à un ordre de grandeur souvent rencontré en pratique.

Au moyen de l'abaque de MM. Calame et Gaden concernant les fermetures instantanées, on met facilement en évidence, par approximations successives, la valeur supérieure 0,355 de a au-dessus de laquelle aucun déversement ne se produirait, à la suite d'une fermeture instantanée du débit maximum.

Nous avons calculé, en fonction de θ, le volume total déversé $\omega_{d\theta}$ à la suite d'une fermeture linéaire, de durée relative θ, pour diverses valeurs de a inférieures à 0,355.

De façon plus précise, le calcul a porté sur les valeurs suivantes de θ et de a :

θ............	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
a............	0,1	0,2	0,3	0,325	–	–	–

Le calcul a été fait, par une méthode calquée sur celles de MM. Schoklitsch, Schiffmann, Bouvard et Molbert, jusqu'à l'instant relatif t'_1 confondu avec celui où le plan d'eau atteint la cote du seuil, dans le cas où cet instant est postérieur à θ, et égal à θ, dans le cas contraire : Q_1 étant la valeur du débit déversant à l'instant t'_1, le volume Ω déversé postérieurement à cet instant est calculé au moyen de la formule que nous avons établie [3] :

$$\omega = \frac{1}{2(p_0 + r_0)} \operatorname{Log}\left[1 + \frac{p_0 + r_0}{a} q_1^2\right],$$

avec

$$q_1 = \frac{Q_1}{Q_0} \qquad \text{et} \qquad \omega = \frac{\Omega}{FZ_*}.$$

Les résultats obtenus sont représentés sur les courbes de la figure 1 qui donnent, pour les divers a considérés et en fonction de θ, le pourcentage de majoration du volume déversé :

$$\eta = \frac{\omega_{d\theta} - \omega_{d_0}}{\omega_{d_0}}$$

par rapport à la valeur ω_{d_0} correspondant à la fermeture instantanée.

Comme on le voit, le pourcentage de majoration augmente tout d'abord avec θ, passe ensuite par un maximum, puis décroît. Notable pour toutes les valeurs de a, l'augmentation du volume déversé croît rapidement avec la hauteur a du seuil : ce dernier résultat s'explique aisément puisque, pour $a = 0,355$, valeur limite que nous avons déjà signalée, on a $\omega_{d_0} = 0$, alors que la majoration de montée du plan d'eau dans la cheminée à étranglement, due à la fermeture linéaire, assure une valeur non nulle à $\omega_{d\theta}$ et, par suite, une valeur infinie à η. En particulier, on voit que les valeurs maxima de η sont sensiblement les suivantes, en fonction de a :

a.	η_{max}.
0,2.......	21 %
0,3.......	60,5
0,325.....	129,5

Il est d'ailleurs intéressant de mettre en évidence les valeurs z_m de la montée

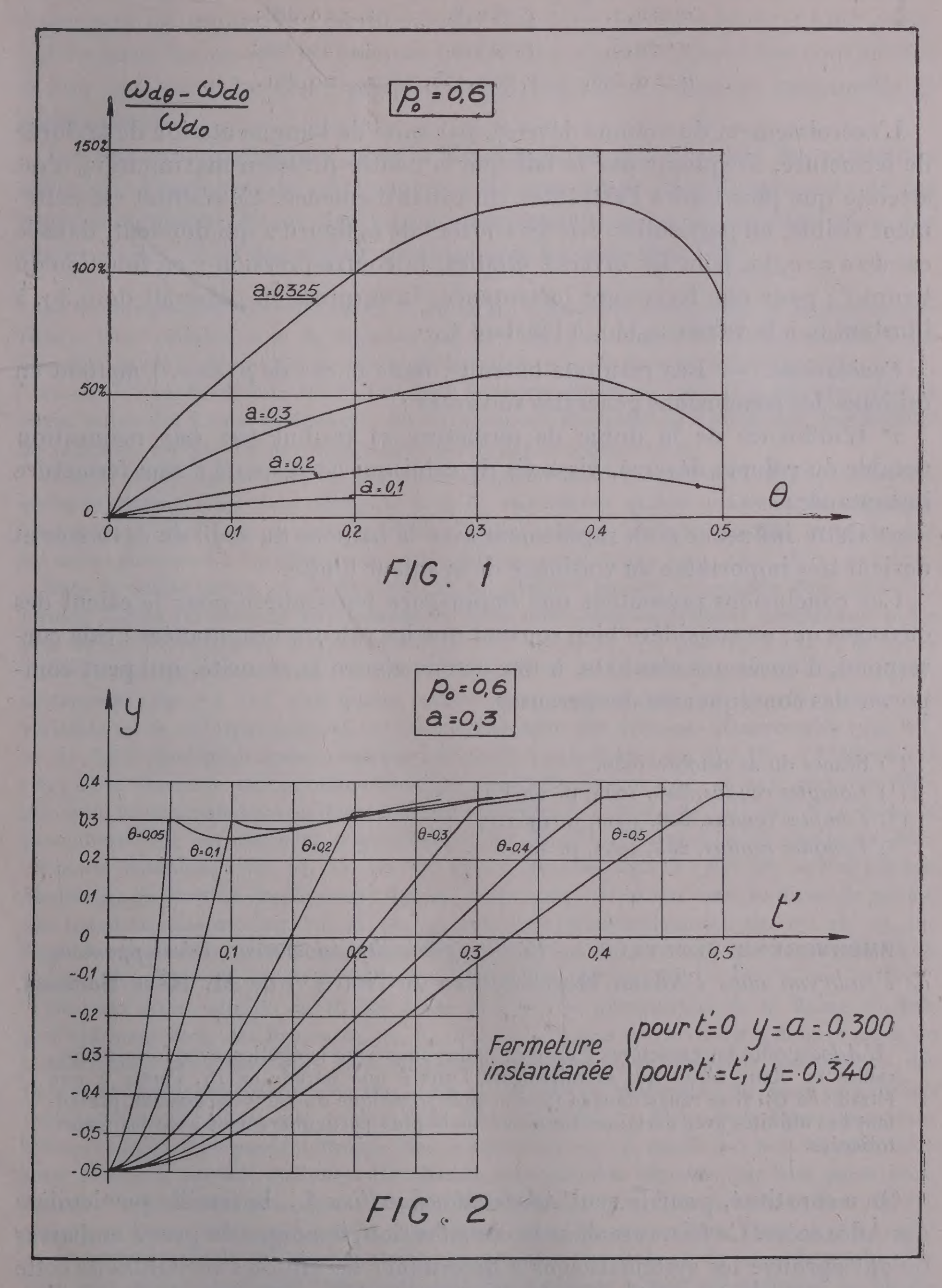


FIG. 1

FIG. 2

maximum correspondant à une fermeture instantanée, dans le cas d'une chambre non déversante, pour les valeurs étudiées de a et de $r_0 = p_0 + a$,

avec $p_0 = 0,6$:

$$a = 0,2, \qquad r_0 = 0,8, \qquad z_m = 0,386;$$
$$a = 0,3, \qquad r_0 = 0,9, \qquad z_m = 0,366;$$
$$a = 0,325, \qquad r_0 \equiv 0,925, \qquad z_m = 0,361.$$

L'accroissement du volume déversé, par suite de l'augmentation de la durée de fermeture, s'explique par le fait que la contre-pression maximum y_m n'est atteinte que plus tard à l'extrémité du canal d'amenée. Ce résultat est nettement visible, en particulier, sur les courbes de la figure 2 qui donnent, dans le cas de $a = 0,30$, pour les divers θ étudiés, la contre-pression y en fonction du temps t' : pour une fermeture instantanée, la surpression passerait de 0,30, à l'instant 0, à la valeur 0,340, à l'instant t'_1.

Conclusions. — Les résultats obtenus, dans le cas de $p_0 = 0,6$ mettent en évidence les conclusions générales suivantes :

1° L'influence de la durée de fermeture se traduit par une majoration notable du volume déversé, vis-à-vis de celui qui correspond à une fermeture instantanée;

2° Cette influence croît rapidement avec la hauteur du seuil du déversoir et devient très importante au voisinage de la valeur limite.

Ces conclusions présentent une importance particulière pour le calcul des ouvrages qui ne considère bien souvent que les valeurs instantanées : cela correspond, d'après nos résultats, à une erreur contre la sécurité, qui peut comporter des conséquences dangereuses.

(*) Séance du 22 octobre 1956.

(1) *Comptes rendus*, **240**, 1955, p. 1593.

(2) *Comptes rendus*, **230**, 1950, p. 1932.

(3) *Comptes rendus*, **235**, 1952, p. 338.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Adoxacées. Développement de l'embryon chez l'*Adoxa Moschatellina *L.* Note (*) de M. **René Souèges**.

L'*Adoxa* offre les caractères d'un type embryonomique irrégulier, avec formes séparables en deux séries qui se rapportent l'une à une tétrade en B_1, l'autre à une tétrade en B_2. Il se range dans la famille embryogénique du *Geum urbanum*, présentant des affinités avec certaines Rosacées, mais plus particulièrement avec les Caprifoliacées.

On a constitué, pour le seul *Adoxa Moschatellina* L., la famille particulière des Adoxacées. Ce fait, rare dans la classification, témoigne du grand embarras qu'ont éprouvé les systématiciens à déterminer les affinités véritables de cette plante, apparentée tantôt aux Araliacées, tantôt aux Renonculacées ou aux Saxifragacées, finalement aux Caprifoliacées (1). Il est vrai que, dans les

discussions qui ont eu lieu à cet égard, l'embryogénie, dont les données étaient à peu près inconnues, n'a pu intervenir. Ces données cependant, et tout particulièrement les lois qui les résument, doivent primordialement être considérées si l'on veut résoudre cette question de phylogénie de manière rationnelle et satisfaisante.

Les lois embryogéniques, chez la Moschatelline, ont présenté des variations telles que l'embryon de cette espèce a dû être rangé dans la catégorie de ces types irréguliers offrant des formes incontestablement construites selon des règles réelles, mais des règles variables avec les individus [2],

La tétrade proembryonnaire est en B_1 ou en B_2, c'est-à-dire comportant, à la partie supérieure, deux cellules, *a* et *b*, séparées par une cloison oblique, et inférieurement, deux éléments, *m* et *ci*, séparés par une cloison à direction verticale dans le premier cas (*fig.* 4 et 7), horizontale dans le second (*fig.* 6). Ces deux dernières directions, opposées, amènent, dans la construction des formes ultérieures, des divergences si marquées qu'il est parfois fort difficile de se rendre compte des processus exacts suivis par la segmentation.

Dans la cellule apicale, *ca*, ces processus sont semblables dans les deux cas et peuvent être aisément définis : les deux éléments *a* et *b*, engendrent quatre quadrants en tétraèdre (*fig.* 8 à 12), dont l'un, au sommet, s'individualise comme cellule épiphysaire, *e*, tandis que les trois autres sont à l'origine de la partie cotylée *sensu stricto* (*fig.* 13 à 18, 27 et suiv.).

Dans la cellule basale, *cb*, la direction de la première cloison commande deux séries de formes. Celles qui dérivent de la tétrade en B_2 se sont montrées les plus nombreuses et les plus faciles à interpréter. Les figures 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, puis 14 à 18, 27 à 30 en donnent une succession assez continue. L'élément *m* de la tétrade produit deux cellules juxtaposées (*fig.* 7 à 11), puis quatre cellules circumaxiales (*fig.* 12, 15, 16), ensuite une véritable assise cellulaire (*fig.* 14, 17) qui se dédouble par divisions transversales (*fig.* 18, 27, 30, 33) et finalement donne naissance à la partie hypocotylée (*fig.* 34 à 38). — L'élément *ci* (*fig.* 4) se cloisonne parfois obliquement ou longitudinalement (*fig.* 9, 10), mais, en règle générale, transversalement en deux éléments superposés, *n* et *n'* (*fig.* 11, 12). A ce stade, le proembryon est normalement octocellulaire (*fig.* 11). — Plus tard, *n* se sépare en deux éléments juxtaposés (*fig.* 14, 15, 16, 17, 27), parfois superposés (*fig.* 28, 29) et produit finalement un massif hypophysaire (*fig.* 30, 33 et suiv.); *n'*, à son tour, se divise de même, soit longitudinalement (*fig.* 14, 15, 16, 27, 33), soit transversalement (*fig.* 17, 28, 29, 30) engendrant, dans ce dernier cas, deux cellules superposées, *o* et *p*, qui contribuent à la construction d'un suspenseur *sensu stricto* (*fig.* 35, 36, 38, 39, 43).

Dérivent d'une tétrade en B_1, de toute évidence le proembryon de la figure 13, très probablement ceux des figures 19, 21, 22, 31 et 32, et sans doute d'autres dont le mode de construction, aux stades plus âgés, ne peut être distingué du mode de construction des formes de l'autre série dérivée de B_2. — En 13, *m* et *ci* de la tétrade (*fig.* 6) se sont divisés transversalement; en 19, *m* a produit trois éléments visibles à droite de la figure, succédant à deux cellules superposées telles qu'elles se présentent en 13, tandis que *n* et *n'*, comme on peut le voir à gauche, ont engendré chacun deux cellules séparées par une paroi horizontale. — En 21 et 22, *m* a donné les quatre éléments de droite (deux en 21 et deux en 22), *n* trois ou quatre éléments à gauche et *n'* trois à cinq éléments en deux étages *o* et *p*; en 31 et en 32, les traces de la première cloison formée dans la cellule *cb* du proembryon bicellulaire sont encore apparentes; elles indiquent distinctement la part que prennent les blastomères *m*, *n* et *n'* à la construction de l'embryon, lorsque cette cloison est plus ou moins oblique.

Aux stades ultérieurs, la distinction des deux séries de formes devient incertaine. En tout cas, trois régions se séparent, généralement, au-dessous de la partie cotylée, correspondant, l'une à la partie hypocotylée (*phy*), l'autre à un massif hypophysaire (*h*), la troisième à un suspenseur *s. stricto*. Dans la série des formes procédant de la tétrade en B_1 on peut dire que, le plus communément, la partie hypocotylée *phy*, est produite par $m + n$ (*fig.* 13, 19, 21, 32), le massif hypophysaire *h* par *o*, fille supérieure de n' (*fig.* 21) et le suspenseur



Fig. 1 à 44. — *Adoxa Moschatellina* L. — Les principales étapes du développement de l'embryon. *al*, albumen. *oo*, oospore; *es*, épistase; *ca* et *cb*, cellules, apicale et basale, du proembryon bicellulaire; *a* et *b*, cellules-filles de *ca*; m' et *ci* cellules-filles de *cb*; *q*, quadrants; *e*, épiphyse; *n* et n', cellules-filles de *ci*; *o* et *p*, cellules-filles de n'; *pco*, partie cotylée *sensu lato*; *h*, massif hypophysaire; *s*, suspenseur *sensu stricto*. En 19 et 20, deux coupes voisines d'un même proembryon; de même en 21 et 22, 23 et 24, 25 et 26. En 40, 42, 44, aspect général des formes d'où sont tirés les détails des figures 39, 41, et 43. — G = 152; 30 pour 40, 42 et 44.

par *p*, fille inférieure de n'. Dans la série tirant origine de la tétrade en B_2, *phy* est engendrée par *m*, *h* par *n*, le suspenseur par n' (*fig.* 12, 16, 18, 27 à 30), comme cela se produit parfois chez les espèces relevant de l'archétype du *Geum urbanum* L.

Il faut ajouter que, en raison des variations des formes et de l'irrégularité de la plupart des cloisonnements, il est difficile, à partir de certains stades, de reconnaître les lignes exactes de démarcation entre les trois régions, d'assister à la différenciation définitive des cellules-mères des histogènes ou des initiales des points végétatifs. En particulier, l'origine des initiales de l'écorce au sommet radiculaire aux dépens de *phy* ou de *h* n'a pu être

établie avec certitude; on ne peut dire si le massif hypophysaire correspond à une hypophyse véritable ou s'il représente seulement un tissu de pénétration engendrant le primordium de la coiffe.

A considérer la catégorie des deux tétrades et les destinées des deux blastomères *ca* et *cb*, l'embryon de l'*Adoxa* vient se ranger dans le deuxième groupe embryogénique du système périodique, se rattache au mégarchétype II et prend place dans la case qu'occupe la famille embryogénique dont le *Geum urbanum* L. est le chef de file ([3]). Ces rapports témoignent d'une parenté, lointaine si l'on veut, mais qu'on ne peut nier. A cet égard, il n'est pas inutile de signaler les analogies frappantes qu'offre l'*Adoxa* avec certaines Rosacées : 1° dans les caractères organographiques du fruit qui rappellent, toutes proportions gardées, ceux de certaines Pyrées, par exemple ceux de la sorbe ou de la nèfle; 2° dans la construction de ses formes tant régulières qu'irrégulières, ces dernières semblables à celles que A. Lebègue a observées, chez les *Pyrus*, *Cratægus* ou *Malus* ([4]).

Mais le type du *Geum urbanum* L. se rencontre ailleurs que chez les Rosacées, par exemple chez des Gamopétales : les Boragacées (*Cerinthe*) ([5]), les Caprifoliacées (*Symphoricarpos*) ([6]), les Polémoniacées (*Gilia*) ([7]). Les figures 9, 13, 14, 15, 16, 25, 31 que j'ai reproduites, au sujet du *Symphoricarpos occidentalis* Hook., sont semblables à celles qui correspondent aux mêmes stades chez l'*Adoxa Moschatelinal* et pourraient être attribuées à cette dernière plante.

Somme toute, les données de l'embryogénie apportent pleine confirmation à l'opinion des auteurs qui rangent les Adoxacées parmi les Caprifoliacées ou à leur côté. Elles s'ajoutent à tous les autres arguments, nombreux et divers, sur lesquels Lagerberg, après Fritsch, s'est appuyé pour admettre que l'*Adoxa* apparaît comme « une bonne Caprifoliacée à ranger sans hésitation à côté des *Sambucus* ». Hallier (1912), se fondant sur des observations anatomiques, se rallie à la même opinion. Sprague (1925) émet l'hypothèse que l'explication possible de la double parenté de l'*Adoxa* avec les Saxifragacées, d'une part, avec les Caprifoliacées, d'autre part, résiderait dans des rapports de formes remontant aux Rosales.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

([1]) *Voir* par exemple : A. P. De Candolle, *Prodromus, syst. nat. reg. vaget.*, 4, Paris, 1830, p. 251; E. Le Maout et J. Decaisne. *Traité gén. de Bot.*, Paris, 1876; T. Lagerberg. *K. Svenska Vetensk. Acad. Handlinger*, 44, 1909; T. A. Sprague, *J. linn. Soc. London*, 47, 1923-1927, p. 471-487.

([2]) R. Souèges, *Embryogénie* et *Classification*, 2e fasc., Partie générale, Paris, 1939, p. 30.

([3]) R. Souèges, *Comptes rendus*, 174, 1932, p. 1070 et 1197; *Bull. Soc. bot. Fr.*, 70, 1923, p. 645; *Embryogénie* et *Classification*, 3e fasc., Partie spéciale, Paris, 1948, p. 47.

([4]) A. Lebègue, *Ann. Sc. nat. bot.*, 11e série, 13, 1952, p. 1-160.

(5) R. Souèges, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 200.
(6) R. Souèges, *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 1066.
(7) R. Souèges, *Comptes rendus*, 215, 1942, p. 543.
(8) K. Fritsch *in* Engler u. Prantl, *Nat. Pflanzenfam.*, 4, 4 Ab., 1891, p. 170.
(9) H. Hallier, *Arch. néerl.*, 3e série, 1, 1912, p. 146.

EMBRYOLOGIE. — *Sur l'inversion du plan de symétrie bilatérale chez l'embryon de Souris.* Note de M. **Paul Ancel** et Mme **Maryse Reyss-Brion**.

Nous avons observé chez un Mammifère de nombreux cas d'inversion qui nous paraissent dus à un conflit entre deux facteurs agissant sur l'œuf fécondé indivis.

La notion d'inversion du plan de symétrie bilatérale de l'embryon est due aux observations faites sur des œufs d'Oiseaux par von Bäer et de nombreux auteurs à sa suite. L'œuf pondu a cheminé dans les conduits génitaux, gros bout en arrière. Si l'on place ce gros bout de l'œuf vers la gauche de l'observateur, le plan de symétrie bilatérale de l'embryon est dans la très grande majorité des cas, chez la Poule, perpendiculaire au grand axe de l'œuf et la tête de l'embryon est éloignée de l'observateur (position dite de von Bäer). Lorsque la tête apparaît au contraire située vers l'observateur, on dit que le plan est inversé. En général on admet, pour déterminer chacune de ces deux positions (von Bäer et inverse), un écart maximum de 45°, de part et d'autre du plan perpendiculaire au grand axe de l'œuf, qui est aussi celui des conduits génitaux.

Les observations que nous avons faites sur 249 embryons de Souris, suivant une technique précédemment décrite (1), nous ont montré que dans 83,8 % des cas, le plan de symétrie bilatérale était perpendiculaire au grand axe de la corne utérine ou ne s'écartait pas de cette position de plus de 45°. Parmi ces cas de perpendicularité nous en avons observé 121 dans lesquels la tête était éloignée de l'observateur (48,5 %) et 88 dans lesquelles elle était dirigée vers l'observateur (35,3 %).

Les embryons étaient examinés par la face ventrale au travers d'une fenêtre ouverte sur la face antimésométrale des renflements utérins. L'extrémité ovarienne de la corne utérine était placée vers la gauche de l'observateur, comme dans la technique von Bäer.

Si l'on veut comparer ces résultats avec ceux qui ont été obtenus chez les Oiseaux, il faut tenir compte du fait que l'embryon des Oiseaux était examiné par sa face dorsale. Si nos embryons de Souris l'avaient été aussi par cette face dorsale (face mésométrale), l'extrémité ovarienne de la corne utérine étant toujours tournée vers la gauche de l'observateur, ce sont les cas dans lesquels la tête est éloignée de l'observateur, c'est-à-dire les cas de position von Bäer, qui auraient été le moins fréquemment observés (35,5 %) et les cas d'inversion le plus fréquemment (48,5 %).

Les recherches faites par l'un de nous sur 5 000 œufs de Poule [2] ont donné une proportion beaucoup moins élevée de cas d'inversion (5,9 %). Mais la fréquence des cas d'inversion peut varier avec le nombre des œufs examinés.

Les statistiques faites sur 50 groupes de 100 œufs ont donné des variations allant de 2 à 14 %. Cette fréquence varie aussi avec les poules, des proportions s'élevant à 11, 13, 18, 19, 22 ont été observées au cours de ces recherches. L'inversion varie encore de fréquence avec les espèces. Elle est très rare chez la Pigeonne. Barthelmez [3] en a signalé quatre cas sur 600 œufs, soit 0,6 %. Elle paraît au contraire plus fréquente chez la Cane que chez la Poule. Feré [4] qui a étudié 74 embryons de Poule et autant de Cane en a trouvé chez la Poule une proportion de 9,4 % et chez la Cane de 15 %. Vintemberger et Clavert [5] signalent 32,66 % d'inversion chez la Cane contre 43 % de position von Bäer. En outre, les résultats donnés par les auteurs concernant la fréquence de l'inversion varient aussi parce que l'étendue du secteur dans lequel se trouve la tête de l'embryon admis pour caractériser l'inversion n'est pas la même pour tous les observateurs. Certains d'entre eux ne considèrent comme inversés, que les cas où la tête de l'embryon se trouve dans le secteur de 30° opposé à la position von Bäer, tandis que d'autres admettent tous les cas où elle se trouve dans de plus vastes secteurs pouvant même atteindre 180°. Quelles que soient toutes ces causes de variation, les cas d'inversion chez les Oiseaux se sont toujours montrés moins nombreux que ceux où l'embryon est en position von Bäer. Chez les embryons de Souris que nous avons examinés, c'est l'inverse qui s'est produit.

Chez les Oiseaux, l'inversion a été expliquée par un retournement de l'œuf qui cheminerait anormalement dans les voies génitales, gros bout en avant; le retournement de l'œuf aurait lieu pour Barthelmez au moment où l'œuf pénètre dans l'oviducte et pour Vintemberger et Clavert dans l'utérus. L'un de nous ayant déjà donné son avis motivé à ce sujet [6], nous n'y reviendrons pas ici et ne nous occuperons que du déterminisme de l'inversion que nous avons constatée chez l'embryon de Souris.

L'hypothèse du retournement de l'œuf ne pourrait s'appuyer sur aucun fait et ne saurait donc être discutée. Il n'en est pas de même d'une hypothèse encore envisagée et qui est basée sur des faits mis expérimentalement en évidence chez les Amphibiens.

Brachet [7] à la suite de Roux, a montré que chez *Rana fusca*, le plan de symétrie bilatérale de l'embryon est orienté par le spermatozoïde de telle manière que sur l'œuf fécondé indivis, le point d'entrée du spermatozoïde et la traînée spermatique sont situés dans le plan de symétrie bilatérale et du côté ventral présomptif, c'est-à-dire sur la face de l'œuf opposée à celle qui renferme le croissant gris. Ancel et Vintemberger [8] ont confirmé ces observations de Brachet et montré par des expériences

de fécondation localisée suivies de rotation de l'œuf, que si l'on fait tourner l'œuf de telle manière que l'axe polaire soit situé dans le plan de rotation et que la face qui renferme le point d'entrée du spermatozoïde ait une direction ascendante au départ, rien n'est changé dans l'orientation de l'axe dorsoventral, mais si l'on fait exécuter à l'œuf cette même rotation en sens inverse (la face qui renferme le point d'entrée du spermatozoïde ayant une direction ascendante au départ) le point d'entrée du spermatozoïde et la traînée spermatique se trouvent sur la face dorsale présomptive, c'est-à-dire dans le croissant gris qui vient d'apparaître. L'axe dorsoventral a été ainsi inversé par la rotation de l'œuf.

Ces auteurs ont obtenu au cours d'expériences de ce genre les résultats suivants qui mettent en outre en évidence l'importance de l'amplitude de la rotation imposée à l'œuf par l'expérimentateur dans la réalisation expérimentale de cette inversion et celle du spermatozoïde suivant les pontes : Une rotation de 360° a annihilé sur tous les œufs et dans toutes les pontes l'action du spermatozoïde tandis qu'une rotation de 180° n'a agi que sur un peu plus de la moitié des œufs dans certaines pontes, alors qu'avec d'autres pontes, une rotation de 180° ou même de 90° a annihilé dans tous les œufs, l'action du spermatozoïde.

On peut donc chez des Amphibiens mettre expérimentalement en opposition deux facteurs qui agissent sur l'orientation de l'axe dorsoventral. Dans l'hypothèse chez la Souris d'une orientation du plan de symétrie bilatérale par une rotation de l'œuf fécondé indivis dans la trompe, l'axe dorsoventral serait orienté soit par le spermatozoïde, soit par la rotation de l'œuf fécondé indivis.

L'action de ces deux facteurs sera plus ou moins concordante ou plus ou moins opposée suivant les points d'entrée du spermatozoïde et le sens dans lequel s'exécute la rotation.

L'action du spermatozoïde précédant celle de la rotation de l'œuf, les résultats dans l'orientation du plan de symétrie bilatérale et de l'axe dorsoventral dépendront en somme du méridien et du sens dans lequel cette rotation s'exercera. L'inversion se produira dans les cas où la rotation de l'œuf aura été incapable d'annihiler ou de modifier sensiblement l'action du spermatozoïde sur l'orientation de l'axe dorsoventral.

Suivant cette hypothèse, la fréquence plus grande des cas d'inversion du plan de symétrie bilatérale par rapport aux cas de position von Bäer que nous avons observée chez l'embryon de Souris est due à une puissance du spermatozoïde plus grande que celle de la rotation de l'œuf dans la trompe pour orienter l'axe dorsoventral de l'embryon de ce Mammifère.

(1) *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 932.

(2) *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 2285.

(3) *J. Morphol.*, **23**, 1912, p. 269.
(4) *C. R. Soc. Biol.*, **48**, 1896, p. 909.
(5) *C. R. Soc. Biol.*, **148**, 1954, p. 571.
(6) *Comptes rendus*, **241**, 1955, p. 1246, 1369 et 1433.
(7) *L'œuf et les facteurs de l'ontogenèse*, 2e édit., Doin, Paris, 1931.
(8) *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, 1948, Suppl. **31**, p. 182.

M. **Pierre Pruvost** fait hommage à l'Académie de six fascicules du *Lexique stratigraphique international;* les nos 4, 9, 11, 12*a*, 13*a* du volume I ont été publiés sous sa direction; le no 2 du volume VI, l'a été sous la direction de M. Jacques Avias.

M. **Henri Gaussen** présente la *Carte de la végétation du Maroc*, feuille *Rabat-Casablanca*, par A. Théron et J. Vindt, publiée sous sa direction.

Les Ouvrages suivants sont présentés par M. **Roger Heim** :

Encyclopédie mycologique. XXVI et XXVII. *Mildious, oidiums, caries, charbons, rouilles des plantes de France*, par Georges Viennot-Bourgin. Texte et Atlas.

CORRESPONDANCE.

L'Académie est informée de l'organisation d'une **Journée d'étude sur la rentabilité de la Recherche**, qui se tiendra au Palais de la Découverte, à Paris, le 7 novembre 1956.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Lexique technique français-anglais* et *anglais-français*, par Guy Malgorn;
2° Stanislaw Lorentz. *Museums and Collections in Poland*. 1945-1955;
3° *Pisma Maksymiliana Tytusa Hubera*, par M. T. Huber. Tome II;
4° Académie des sciences de l'U. R. S. S. *Teoria veroiatnostey i ee primenenia*. Tome I.

ALGÈBRE. — *Sur la théorie algébrique de la croissance.*
Note (*) de M. **Paul Jaffard**, présentée par M. Henri Villat.

Toute valuation coréticulée d'un groupe de croissance G sur un filtre $\mathcal{F}$ peut être factorisée par l'application canonique de G sur un groupe de croissance sur un ultrafiltre plus fin que $\mathcal{F}$. Application aux relations de domination.

Soient $\mathfrak{G}$ le groupe réticulé additif des fonctions réelles sur un ensemble E,

$\mathcal{F}$ un filtre sur E et $\mathcal{H}_{\mathcal{F}}$ le sous-groupe de $\mathfrak{G}$ formé par les fonctions s'annulant sur un élément de $\mathcal{F}$. Le groupe réticulé quotient $\mathfrak{G}/\mathcal{H}_{\mathcal{F}} = \mathfrak{G}_{\mathcal{F}}$ est dit *groupe de croissance sur le filtre* $\mathcal{F}$. Pour qu'il soit totalement ordonné il faut et il suffit que $\mathcal{F}$ soit un ultrafiltre (¹). Si $\mathcal{F}'$ est un filtre plus fin que $\mathcal{F}$, l'homomorphisme canonique $\varphi_{\mathcal{F}',\mathcal{F}} : \mathfrak{G}_{\mathcal{F}} \to \mathfrak{G}_{\mathcal{F}'}$ est *coréticulé*, c'est-à-dire respecte les opérations inf et sup. Dans le cas où $\mathcal{F}'$ est un ultrafiltre, c'est donc une *valuation coréticulée* de $\mathfrak{G}_{\mathcal{F}}$. Les valuations coréticulées de $\mathfrak{G}_{\mathcal{F}} = G$ correspondant biunivoquement aux t-idéaux premiers de G (²), tout ultrafiltre $\mathcal{U}$ plus fin que $\mathcal{F}$ définit un t-idéal premier de G.

LEMME. — *Tout t-idéal premier* P *de* $G = \mathfrak{G}_{\mathcal{F}}$ *est contenu dans un t-idéal premier* M *de* G *défini par un ultrafiltre.*

f étant une fonction réelle sur E, $E^+(f)$ sera le sous-ensemble de E sur lequel elle est strictement positive et $\bar{f}$ l'élément de G qu'elle définit. $\mathfrak{G}_+$ est l'ensemble des éléments $\geqq 0$ de $\mathfrak{G}$. On note φ l'homomorphisme $\mathfrak{G} \to G$. P définit une valuation coréticulée ψ_P de G sur un groupe totalement ordonné G_P et $\varphi_P = \psi_P \varphi$ définit un t-idéal premier $\mathcal{P}$ de $\mathfrak{G}$.

Soit $\mathcal{U}$ l'ensemble de parties de E ainsi défini ;

$$X \in \mathcal{U} \quad \rightleftharpoons \quad \exists f \in \mathcal{P}, \qquad \text{avec} \quad X = E^+(f).$$

Montrons que $\mathcal{U}$ est un ultrafiltre plus fin que $\mathcal{F}$: $\mathcal{P} \neq \emptyset$ entraîne $\mathcal{U} \neq \emptyset$. Soient $X \in \mathcal{U}$ et $X \subset Y$. $\exists f \in \mathcal{P}$ avec $X = E^+(f)$. $\exists g \in \mathfrak{G}_+$ avec $Y = E^+(g)$. Les relations $f + g \in \mathcal{P}$ et $Y = E^+(f+g)$ entraînent $Y \in \mathcal{U}$. Soient $X = E^+(f)$ et $Y = E^+(g)$ $(f, g \in \mathcal{P})$.$\inf(f, g) \in \mathcal{P}$ entraîne $X \cap Y \in \mathcal{U}$. $\mathcal{U}$ est donc un filtre.

Soient $X_1, X_2 \subset E$ et $f \in \mathcal{P}$ et avec $X_1 \cup X_2 = E^+(f)$. $\exists f_1, f_2 \in \mathfrak{G}_+$ avec $f \leqq f_1 + f_2$, $E^+(f_1) = X_1$ et $E^+(f_2) = X_2$. Comme $\mathcal{P}$ est premier, f_1 ou f_2 appartient à $\mathcal{P}$. Soit $f_1 \in \mathcal{P}$. On a $X_1 \in \mathcal{U}$. Donc $X_1 \cup X_2 \in \mathcal{U}$ entraîne X_1 ou $X_2 \in \mathcal{U}$ et $\mathcal{U}$ est un ultrafiltre.

Soient $X = E^+(f)$ et $A \in \mathcal{F}$. La relation $f \in \mathcal{P}$ entraîne $\bar{f} \in P$. Si l'on avait $X \cap A = \emptyset$, on aurait $\bar{f} \leqq 0$ ce qui contredirait $\bar{f} \in P$. Tout élément de $\mathcal{U}$ a donc une intersection non vide avec tout élément de $\mathcal{F}$: $\mathcal{U}$ est plus fin que $\mathcal{F}$.

Soient M le t-idéal premier de G défini par $\mathcal{U}$ et $\bar{f} \in P$. On peut supposer $f \in \mathfrak{G}_+$. Donc $\varphi_P(f) = \psi_P(\bar{f}) > 0$ et $f \in \mathcal{P}$. Par suite $E^+(f) \in \mathcal{U}$ et $\bar{f} \in M$. On a $P \subset M$. D'où le lemme.

A partir du lemme précédent on montre immédiatement le :

THÉORÈME 1. — *Toute valuation coréticulée* ψ_P *du groupe de croissance* G (*sur le filtre* $\mathcal{F}$) *sur un groupe totalement ordonné* G_P *est le produit de l'homomorphisme canonique* $\varphi_{\mathcal{U},\mathcal{F}}$ *de* G *sur le groupe de croissance* $\mathfrak{G}_{\mathcal{U}}$ (*sur un ultrafiltre* $\mathcal{U}$ *plus fin que* $\mathcal{F}$) *et d'un homomorphisme coréticulé du groupe totalement ordonné* $\mathfrak{G}_{\mathcal{U}}$ *sur le groupe totalement ordonné* G_P.

f et g étant deux fonctions réelles sur E telles que $\bar{f}, \bar{g} \geqq 0$, on dit que f

est *dominée par g suivant* $\mathcal{F}$ s'il existe un entier $n > 0$ tel que $\bar{f} \leq n\bar{g}$. On dit que f est *négligeable devant g suivant* $\mathcal{F}$ si $\bar{f} \leq n\bar{g}$ pour tout entier $n > 0$.

THÉORÈME 2. — *Pour que f soit dominée par g suivant* $\mathcal{F}$, *il faut et il suffit qu'il n'existe aucun ultrafiltre* $\mathfrak{U}$ *plus fin que* $\mathcal{F}$ *tel que g soit négligeable devant f suivant* $\mathfrak{U}$.

L'homomorphisme $\varphi_{\mathfrak{U},\mathcal{F}} = \psi_{\mathfrak{U}}$ montre immédiatement que la condition est nécessaire.

Suffisance : Supposons que f ne soit pas dominée par g suivant $\mathcal{F}$ et soit $S = \bigcup_n \{n\bar{g}\}$ (n parcourant l'ensemble de tous les entiers > 0). S est additivement clos et $S \cap (\bar{f}) = \varnothing$ ($(\bar{f})$ est l'ensemble des éléments de $G \geq \bar{f}$). D'après un théorème de Krull, $\exists$ P, t-idéal premier de G, tel que $\bar{f} \in P$ et $P \cap S = \varnothing$, donc tel que $\bar{g} \notin P$. D'après le théorème 1, $\exists$ un ultrafiltre $\mathfrak{U}$ plus fin que $\mathcal{F}$ tel que $\psi_P = \psi' \psi_{\mathfrak{U}}$ où ψ' est un homomorphisme coréticulé de $\mathfrak{G}_{\mathfrak{U}}$ tel que :

$$\psi'(\psi_{\mathfrak{U}}(\bar{f})) > 0 \quad \text{et} \quad \psi'(\psi_{\mathfrak{U}}(\bar{g})) = 0.$$

Ceci n'est possible que si $\psi_{\mathfrak{U}}(\bar{g})$ est infiniment petit devant $\psi_{\mathfrak{U}}(\bar{f})$, c'est-à-dire si g est négligeable devant f suivant $\mathfrak{U}$. C.Q.F.D.

(1) Voir W. KRULL, *Math. Zeit.*, 64, 1956, p. 10-40; P. JAFFARD, *Un problème sur les ensembles lié à la théorie de la croissance.* A paraître au *Bulletin des Sciences Mathématiques.*

(2) Voir P. LORENZEN, *Math. Zeit.*, 45, 1939, p. 533-553.

ALGÈBRE. — *Sur deux représentations des demi groupes finis.* Note (*) de M. MARCEL PAUL SCHÜTZENBERGER, présentée par M. Georges Darmois.

Soit Σ un demi groupe (1) d'applications d'un ensemble fini E dans lui-même. A tout $\sigma \in \Sigma$ on fait correspondre dans certains problèmes l'application « inverse » $\overset{-1}{\sigma}$ définie sur $F = \mathfrak{P}(E)$ par $\overset{-1}{\sigma} x = \{ \cup y : \sigma y \subset x \}$. Les $\overset{-1}{\sigma}$ fournissent une représentation de Σ anti-isomorphe de la première. Attachons à tout σ les deux matrices carrées à indices dans F suivantes :

$$S_\sigma : \quad S_\sigma(x; y) = 1 \quad \text{si } \sigma x = y; \qquad S_\sigma(x; y) = 0 \quad \text{si } \sigma x \neq y,$$
$$S'_\sigma : \quad S'_\sigma(x; y) = 1 \quad \text{si } x = \overset{-1}{\sigma} y; \qquad S'_\sigma(x; y) = 0 \quad \text{si } x \neq \overset{-1}{\sigma} y.$$

S'_σ est la transposée de la matrice d'application attachée à $\overset{-1}{\sigma}$ et S_σ est la matrice correspondant à l'extension de σ à F. Supposant que Σ est le demi groupe de toutes les applications de E dans lui-même, nous donnerons une base du module $\mathfrak{B}$ des matrices carrées à indices dans F telles que

$$(1) \qquad S_\sigma B = B S'_\sigma \quad \text{pour tout } B \in \mathfrak{B} \quad \text{et} \quad \sigma \in \Sigma.$$

Notations. — On utilisera les matrices particulières suivantes dont les éléments sont égaux à 0 ou à 1. (On a indiqué pour chacune d'elles ci-dessous la partie de $F \times F$ correspondant aux éléments non nuls).

$T: \ x = E - y$; $\quad B_0: \ x = \emptyset$; $\quad B_1: \ \emptyset \neq x \subset y$; $\quad B_2 = B_1 T: \ \emptyset \neq x \subset E - y$.
$B_3: \ x \cap y \neq \emptyset \neq x \cap (E - y)$; $\quad C_0: \ x = y = \emptyset$; $\quad C_3 = TC_0: \ E - x = y = \emptyset$;
$B'_1 = B_0 + B_1$; $\quad C'_1 = B'^{-1}_1$; $\quad C'_2 = (B_0 + B_2)^{-1} = C'_1 T$; $\quad B'_0 = B_0 + B_1 + B_2 + B_3$

PROPOSITION. — *Les matrices* B_0, B_1, B_2, B_3 *constituent une base indépendante de* $\mathfrak{B}$.

Démonstration. — Pour un σ donné, (1) s'écrit :

$$(1') \qquad \sum_{y \in F} S(x; y) B(y; z) = \sum_{y \in F} B(x; y) S'(y; z) \qquad \text{pour tout} \quad x, z \in F.$$

Soit encore puisque $S(x; y)$ et $S'(x; y)$ ne diffèrent de zéro que si $\sigma x = y$ et $x = \overset{-1}{\sigma} y$

$$(1'') \qquad \text{pour tout } x, z \in F: \quad B(\sigma x; z) = B\left(x; \overset{-1}{\sigma} z\right).$$

Or, pour tout σ, $z \cap \sigma x = \emptyset$ est équivalent à $x \cap \overset{-1}{\sigma} z = \emptyset$. Le système $(1'')$ d'équations se décompose donc en quatre sous systèmes tels que chaque $B(x; y)$ ne figure que dans un seul d'entre eux et ceux-ci correspondent aux cas suivants :

$(1'')_0: \ x \cap z = \emptyset = x \cap (E - z)$, c'est-à-dire $x = \emptyset$.
$(1'')_1: \ x \cap z \neq \emptyset = x \cap (E - z)$, » $\emptyset \neq x \subset z$.
$(1'')_2: \ x \cap z = \emptyset \neq x \cap (E - z)$, » $\emptyset \neq x E - z$.
$(1'')_2: \ x \cap z \neq \emptyset \neq x \cap (E - z)$.

Montrons maintenant que si $B(x; y)$ et $B(x'; y')$ figurent dans le même sous-système, ils sont égaux.

$(1'')_0$: Quel que soit $z \neq \emptyset$, E, on peut trouver σ et σ' tels que $\overset{-1}{\sigma} z = \emptyset$ et $\overset{-1}{\sigma'} z = E$. Donc $B(\emptyset; z) = B\left(\emptyset; \overset{-1}{\sigma} z\right) = B(\emptyset; \emptyset)$, d'une part, et, d'autre part, $B(\emptyset; z) = B\left(\emptyset; \overset{-1}{\sigma'} z\right) = B(\emptyset; E)$.

$(1'')_1$: Si $\emptyset \neq x \subset z$, on peut trouver σ tel que $\sigma E = x$ et $\overset{-1}{\sigma} z = E$. Donc, $B(x; z) = B(\sigma E; z) = B\left(E; \overset{-1}{\sigma} z\right) = B(E; E)$.

$(1'')_2$: Quels que soient σ et z, on a $\overset{-1}{\sigma} z = E - \overset{-1}{\sigma}(E - z)$. Donc, comme pour $(1'')_1$, $B(x, z) = B(E; \emptyset)$.

$(1'')_3$: Nous désignons par $|u|$ le nombre d'éléments de E contenus dans $u \in F$. Sous l'hypothèse $(1'')_3$, il existe plusieurs y tels que

$$(2) \qquad 0 < |x \cap z| \leqq |y| \leqq |E| - (|x| - |x \cap z|) < |E|.$$

En outre, pour tout semblable y, on peut trouver un σ tel que $\sigma y = x \cap z$ et

$\sigma(E-y)=x-x\cap z$; c'est-à-dire

$$\sigma E=\sigma y\cup\sigma(E-y)=x \qquad \text{et} \qquad \overset{-1}{\sigma} z=E-\overset{-1}{\sigma}(E-z)=y.$$

Donc $B(x;z)=B(E;y)$, pour tout y satisfaisant (2).

PROPOSITION. — *Si le corps de base de* $\mathfrak{B}$ *est commutatif, le déterminant* β *de* $B=\lambda_0B_0+\lambda_1B_1+\lambda_2B_2+\lambda_3B_3$ *est égal à* $\lambda_0(\lambda_1-\lambda_2)^m(\lambda_1+\lambda_2-2\lambda_3)^{m-1}$ ou $n=|E|$ *et* $m=2^{n-1}$.

Démonstration. — λ_0 est un facteur simple de β. Formons les combinaisons suivantes de colonnes de B :

1° « Colonne z » — « colonne $(E-z)$ » pour tous les z tels que $|z|<|E|/2$ et si $|E|$ est paire pour tous les z contenant un élément fixe de E quand $|z|=|E|/2$. $B(x;z)-B(x;E-z)=0$ si $x=\emptyset$; $=\lambda_1-\lambda_2$ si $x\neq\emptyset$.

2° « Colonne $\emptyset$ » — « colonne E » — « colonne z » — « colonne $(E-z)$ » pour tous les $z\neq\emptyset$, E. $B(x;\emptyset)+B(x;E)-B(x;z)-B(x;E-z)=0$ si $x=\emptyset$; $=\lambda_1+\lambda_2-2\lambda_3$ si $x\neq\emptyset$.

PROPOSITION. — *Toute matrice* C *telle que* $CS_\sigma=S'_\sigma C$, *identiquement, est de la forme* $C=\mu_0C_0+\mu_1C'_1+\mu_2C'_2+\mu_3C'_3$ *et* $BC=1$ *si et seulement si*

$$\lambda_0(\mu_0+\mu_1+\mu_2+\mu_3)=1, \qquad (\lambda_1-\lambda_2)(\mu_1-\mu_2)=1,$$
$$(\lambda_1+\lambda_2-2\lambda_3)(\mu_1+\mu_2)=1, \qquad \lambda_1\mu_3+\lambda_2\mu_0+\lambda_3(\mu_1+\mu_2)=0.$$

Démonstration. — C_0 et C_3 satisfont manifestement la relation précédente de même que $(B_0+B_1)^{-1}$ et $(B_0+B_2)^{-1}$; le résultat en découle puisque ces quatre matrices sont linéairement indépendantes.

On trouve de même l'expression générale des matrices D (resp. D') satisfaisant identiquement $S_\sigma D=DS_\sigma$ (resp. $S'_\sigma D'=D'S'_\sigma$) :

$$D=\delta_0I+\delta_1(B_0+B_2)B'^{-1}+\delta_2C_0+\delta_3B'_0C_0 \qquad \text{et} \qquad D'=\delta'_0I+\delta'\,T+\delta'_2B_0+\delta_3TB_0.$$

(*) Séance du 22 octobre 1956.

(1) P. DUBREIL, *Algèbre*, Gauthier-Villars, 1946, p. 34.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelles formules relatives aux polynomes de Legendre*. Note de M. **DRAGOSLAV S. MITRINOVITCH**, présentée par M. Henri Villat.

1. Pour les polynomes de Legendre $P_n(x)$ sont valables les formules de F. Neumann (1) suivantes :

$$\frac{d^sP_n}{dx^s}=\sum_{k=1}^{N}\left\{\binom{s+k-2}{s-1}(2n-2s-4k+5)\,P_{n-s-2k+2}\prod_{\mu=2}^{s}(2n-2k-2\mu+5)\right\}, \tag{1}$$

avec

$$N = \begin{cases} \frac{n-s}{2} + 1, & \text{si} \quad n-s \text{ pair}, \\ \frac{n-s-1}{2} + 1, & \text{si } n-s \text{ impair}; \end{cases}$$

(2)
$$\frac{dP_n}{dx} = \sum_{k=1}^{M} (2n - 4k + 3)\, P_{n-2k+1},$$

avec

$$M = \begin{cases} \frac{n-1}{2} + 1, & \text{si} \quad n-1 \text{ pair}, \\ \frac{n}{2}, & \text{si} \quad n-1 \text{ impair}. \end{cases}$$

A partir de ces formules, on trouve, après quelques transformations la majoration suivante [2]

$$\left| \frac{d^s P_n}{dx^s} \right| \leqq \frac{s\,!}{2^s} \binom{n}{s} \binom{n+s}{s}, \qquad \text{si} \quad -1 \leqq x \leqq +1 \qquad (n = 1, 2, \ldots; s \leqq n).$$

On en déduit

$$\left| \frac{d^s P_n}{dx^s} \right| < \frac{n^{2s}}{s\,!}, \qquad -1 \leqq x \leqq +1 \qquad (n = 1, 2, \ldots, s \leqq n).$$

On obtient aussi la majoration que voici [2]

$$\left| \frac{d^s P_n}{dx^s} \right| \leqq \frac{(n+s+1)^{2s}}{2^s s\,!}, \qquad -1 \leqq x \leqq +1 \qquad (s \leqq n).$$

2. En prenant comme point de départ les formules de Neumann (1) et (2), on trouve ce qui suit :

$$\int_{-1}^{+1} \frac{d^r P_m}{dx^r} \frac{d^s P_n}{dx^s}\, dx$$
$$= 2 \sum_{k=1}^{N} \left\{ (2n - 2s - 4k + 5) \binom{k+s-2}{s-1} \binom{\frac{1}{2}(\overline{m-r} - \overline{n-s}) + k + r - 2}{r-1} \right.$$
$$\left. \times \prod_{\lambda=2}^{r} (m + n + r - s - 2k - 2\lambda + 5) \prod_{\mu=2}^{s} (2n - 2\mu - 2k + 5) \right\},$$

où les nombres N, m, n, r, s vérifient les conditions suivantes :

$$r \geqq 2, \qquad s \geqq 2, \qquad m - r \geqq n - s, \qquad (m-r) - (n-s) \text{ pair}$$

(N est défini plus haut).

Si $(m-r)-(n-s)$ est impair, on a

$$\int_{-1}^{+1} \frac{d^r P_m}{dx^r} \frac{d^s P_n}{dx^s}\, dx = 0.$$

A l'aide de la formule de Rodrigues, après quelques transformations, on obtient

$$\int_{-1}^{+1} \frac{d^r P_m}{dx^r} \frac{d^s P_n}{dx^s} dx = 2^{2-r-s} \sum_{k=1}^{r} (-1)^{k-1} (r-k)!\,(s+k-1)!$$
$$\times \binom{m+r-k}{r-k} \binom{m}{r-k} \binom{n+s+k-1}{s+k-1} \binom{n}{s+k-1},$$

en désignant par m, n, r, s des nombres naturels satisfaisant aux conditions suivantes :

$$m-r \geqq n-s, \qquad (m-r)-(n-s) \text{ pair.}$$

3. Les cas qui sont exclus ici, ainsi que des généralisations seront traités dans un article qui paraîtra ailleurs. Dans l'article en question seront indiquées également les démonstrations des formules données plus haut.

Remarquons, enfin, que les majorations indiquées plus haut contiennent quelques résultats de Sansone, comme cas particuliers.

(1) F. NEUMANN, *Beiträge zur Theorie der Kugelfunctionen*, Leipzig, 1878, p. 62-63.
(2) D. S. MITRINOVITCH, *Boll. Un. Math. Ital.*, 11, 1956, p. 172.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Fonctions de type positif.*

Note de M. **CASSIUS IONESCU TULCEA**, présentée par M. Paul Montel.

1. Soit G un groupe localement compact, S un sous-espace localement compact de G et μ la restriction à S d'une mesure de Haar de G invariante à gauche. Supposons :

1° S stable et contenant l'unité e de G (1);

2° S muni d'une application continue $x \to x^+$ de S dans S vérifiant les relations $(xy)^+ = y^+x^+$, $z^{++} = z$ quels que soient $x, y, z \in S$;

3° A^+ localement négligeable si A est localement négligeable;

4° $\mu(V) > 0$ pour tout voisinage compact $V \subset S$ de e.

Soit L(S) l'ensemble des mesures de Radon, définies sur S, à support compact et de base μ (2). Une fonction f, définie sur S, à valeurs complexes, μ-mesurable et μ-localement bornée (3) est de *type positif* si pour toute $\nu \in L(S)$

$$\text{(I)} \qquad \int_S \int_S f(x^+y)\, d\bar{\nu}(x)\, d\nu(y) \geqq 0.$$

Soit $\mathfrak{V}$ un recouvrement de S par des parties ouvertes relativement compactes. Pour toute famille $\mathfrak{R} = (r(A))_{A \in \mathfrak{V}}$ de nombres $\geqq 1$ désignons par $P(\mathfrak{R})$ l'ensemble des fonctions f, définies sur S, de type positif, vérifiant pour toute $\nu \in L(S)$, $A \in \mathfrak{V}$ et $a \in A$ l'inégalité

$$\text{(II)} \qquad \int_S \int_S f(x^+a^+ay)\, d\bar{\nu}(x)\, d\nu(y) \leqq r(A) \int_S \int_S f(x^+y)\, d\bar{\nu}(x)\, d\nu(y).$$

2. Une *représentation normale* (r. n.) est un objet $\{H, U_S, a\}$ où H est un espace hilbertien, $S \to U_S$ une représentation fortement continue de S dans $\mathcal{L}(H)$ ([4]) vérifiant l'égalité $U_{s+} = U_s^*$ pour tout $S \in S$ et a un élément appartenant à H tel que l'espace vectoriel fermé engendré par les $U_S a$ soit H. Deux r. n. $\{H, U_S, a\}$ et $\{H', U'_S, a'\}$ sont isomorphes s'il existe une application isométrique u de H sur H' telle que $u(a) = a'$ et $U'_S \circ u = u \circ U_S$. Si $\{H, U_S, a\}$ est une r. n. la fonction f définie sur S par l'égalité $f(s) = (U_S a | a)$ est la *fonction caractéristique* (f. c.) de $\{H, U_S, a\}$.

Théorème 1. — *Une fonction f appartient à un ensemble* P(R) *si et seulement si f coïncide localement presque partout avec la* f. c. *d'une* r. n. $\{U_f, U_{f,S}, a_f\}$ *déterminée à un isomorphisme près* ([5]).

Pour toute fonction f appartenant à un ensemble $P(\mathfrak{R})$ désignons par $\mathfrak{A}_f$ l'algèbre engendré par les $U_{f,S}$.

3. Pour toute partie compacte $K \subset S$, soit $L(S, K)$ l'ensemble des mesures $\nu \in L(S)$ dont le support est contenu dans K. Considérons sur $L(S, K)$ la structure d'espace de Banach définie par la norme $\nu \to \|\nu\|$ où $\|\nu\| = \sup\{|\nu(f)| \,|\, \|f\| \leq 1, f \in \mathfrak{K}(S)\}$. Sur $L(S)$, réunion de la famille filtrante des $L(S, K)$, considérons la topologie (d'espace tonnelé) limite inductive des topologies des espaces de Banach $L(S, K)$ et soit $L'(S)$ le dual de $L(S)$. Tout ensemble $P(\mathfrak{R})$ sera supposé identifié à une partie de $L'(S)$.

(★) Dans tout ce qui suit, nous supposerons que V contient un système fondamental de voisinages $\mathfrak{V}(e)$ de e, et que les familles $\mathfrak{R} = (\mathfrak{r}(A))_{A \in \mathfrak{V}}$ vérifient la relation $\lim_{A \in \mathfrak{V}(e)} \mathfrak{r}(A) = 1$.

Théorème 2. — *Pour qu'un ordonné filtrant $\mathfrak{F}$ dont les éléments appartiennent à un même ensemble* $P(\mathfrak{R})$, *converge uniformément sur tout compact vers une fonction* $g \in P(\mathfrak{R})$, *il faut et il suffit que $\mathfrak{F}$ converge faiblement* ([6]) *vers g et que* $\lim\sup_{f \in \mathfrak{F}} f(e) \leq g(e)$.

4. Une r. n. $\{H, U_S, a\}$ est *irréductible* si les seuls sous-espaces vectoriels fermés de H, invariants par les U_S sont H et $\{0\}$. Une fonction f définie sur S est *élémentaire* ([7]) si elle est la f. c. d'une r. n. irréductible; f est *normée* si $f(e) = 1$. Si S est abélien, f est élémentaire et *normée* si et seulement si f est continue, $f \not\equiv 0$ et $f(xy) = f(x) f(y)$, $f(z^+) = f(\bar{z})$, quels que soient $x, y, z \in S$.

Soit f une fonction appartenant à un ensemble $P(\mathfrak{R})$. Appelons *spectre* de f l'ensemble des fonctions élémentaires et normées qui sont limites uniformes, sur tout compact, de fonctions de la forme

$$\sum f(s_i^+ \times s_j) + \ldots + \sum f(u_i^+ \times u_j).$$

Théorème 3. — *Toute fonction f appartenant à un ensemble* $P(\mathfrak{R})$ *est limite uniforme sur tout compact de combinaisons linéaires à coefficients positifs, formées avec des fonctions appartenant au spectre de f.*

5. Pour tout ensemble $P(\mathfrak{R})$, désignons par $A(\mathfrak{R})$ l'ensemble des fonctions élémentaires et normées appartenant à $P(\mathfrak{R})$, et par $B(\mathfrak{R})$ l'ensemble des fonctions non identiquement nulles faiblement adhérentes (7) à $A(\mathfrak{R})$. Pour une mesure de Radon ν sur $B(\mathfrak{R})$, positive et bornée, désignons par $N(\mathfrak{R}, \nu)$ l'algèbre des fonctions définies sur $B(\mathfrak{R})$, ν-mesurables et bornées, munie de l'involution $g \to \bar{g}$.

THÉOREME 4. — *Si* S *est séparable* (8), *à toute fonction* $f \in P(\mathfrak{R})$ *et algèbre involutive* $\mathcal{E} \subset \mathcal{A}'_f$, *commutative et maximale, on peut associer une mesure de Radon* μ_f *sur* $B(\mathfrak{R})$, *et une seule, positive et bornée et telle que :* (i) $\mu_f\left(B(\mathfrak{R}) \cap \complement A(\mathfrak{R})\right) = 0$; (ii) *il existe une représentation* $g \to F_g$ *de l'algèbre involutive* $N(\mathfrak{R}, \mu_f)$ *sur l'algèbre involutive* $\mathcal{E}$ *qui vérifie pour toute* $g \in N(\mathfrak{R}, \mu_f)$ *et* $S \in S$ *l'égalité*

$$(U_S F_g a \mid a) = \int_{B(\mathfrak{R})} \langle s, \varphi \rangle g(\varphi)\, d\mu_f(\varphi).$$

Si S *est abélien,* $B(\mathfrak{R}) = A(\mathfrak{R})$ *et à toute fonction* $f \in P(\mathfrak{R})$ *on peut associer une mesure de Radon* μ_f *sur* $A(\mathfrak{R})$, *et une seule, positive et bornée, qui vérifie pour tout* $s \in S$ *l'égalité*

$$f(S) = \int_{A(\mathfrak{R})} \langle s, \varphi \rangle\, d\mu_f(\varphi).$$

6. Pour toute famille $\mathfrak{R} = (\mathfrak{r}(A))_{A \in \mathfrak{V}}$ de nombres ≥ 1 soit $R(\mathfrak{R})$ l'ensemble des objets $\{H, U_S\}$ où H est un espace hilbertien et $S \to U_S$ une représentation de S dans $\mathcal{L}(H)$, fortement continue, telle que $U_e = I$, $U_{S^+} = U_S^*$ pour tout $S \in S$ et $\| U_S \| \leq \mathfrak{r}(A)^{1/2}$ pour toute $A \in \mathfrak{V}$ et $S \in A$.

THÉORÈME 5. — *Si* S *est abélien, pour tout* $\{H, U\}$ *appartenant à* $R(\mathfrak{R})$, *il existe sur* $T(\mathfrak{R})$, *une mesure spectrale régulière* E (9) *et une seule telle que quels que soient* $x, y \in H$ *et* $s \in S$

$$(U_S x \mid y) = \int_{A(\mathfrak{R})} \langle S, \varphi \rangle\, d(E(\varphi)\, x \mid y)$$

Un opérateur $T \in \mathcal{L}(H)$ *est permutable avec les* U_S *si et seulement si* T *est permutable avec* E.

7. L'introduction des ensembles $P(\mathfrak{R})$ a été suggérée par un article de Béla Sz. Nagy (10). Les théorèmes 1-5 correspondent à des résultats classiques de la théorie des fonctions de type positif définies sur les groupes localement compacts (11). Du théorème 4, on déduit certains résultats de T. Minoru (12) et (par un calcul simple) une extension du théorème de Haussdorf-Bernstein-Widder (13). Pour un semi-groupe discret S, qui n'est pas partie d'un groupe, on peut encore définir les ensembles $P(\mathfrak{R})$ et obtenir des résultats analogues aux théorèmes 1 (10), 3, 4, 5.

(1) S est un semi-groupe pour la loi de composition induite par la loi de G.

(2) Une mesure ν est de base μ si $\nu = g.\mu$ où g est localement intégrable.

(3) f est μ-localement bornée si, pour toute partie compacte $K \subset S$, il existe une constante $c(K)$ telle que $\mu(\{x \| f(x) | > c(K)\} \cap K) = 0$.

(4) $\mathcal{L}(H)$ est l'algèbre involutive des opérateurs continus de H.

(5) On identifiera f, dans ce qui suit, avec la f. c. de $\{H, U_{f,S}, a_f\}$.

(6) Il s'agit de la topologie $\sigma(L'(S), L(S))$.

(7) Il y a des cas où les seules fonctions élémentaires sont les constantes.

(8) S est séparable si la topologie de S a une base dénombrable.

(9) P. Halmos, *Introduction to Hilbert spaces*, New York (1951).

(10) *Prolongements de transformations de l'espace de Hilbert qui sortent de l'espace*, Budapest (1955).

(11) R. Godement, *L'analyse harmonique dans les groupes non abéliens*, (*Colloques internationaux du C. N. R. S.*, *Analyse harmonique*, Paris, 1949.)

(12) *J. Okayama Univ.*, 5, 1956.

(13) G. W. Mackey, *Bull. Amer. Math. Soc.*, 56, 1950; A. E. Nussbaum, *Duke Math. J.*, 22, 1955.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Structures presque hermitiennes au sens large*

Note (*) de M. **Gilles Legrand**, présentée par M. Joseph Pérès.

La notion de métrique hermitienne par rapport à une structure presque complexe peut être généralisée aux structures de presque-produit complexe. Nous définissons ainsi les structures presque hermitiennes au sens large, et nous en étudions quelques propriétés qui sont la généralisation exacte de celles du cas usuel.

1. Soit V_m une variété différentiable de classe C^∞, de dimension m; T^c_x désignera le complexifié de l'espace vectoriel tangent au point $x \in V_m$. Nous supposons V_m munie d'une structure de presque-produit complexe (brièvement : Π-structure) définie en chaque point x par un opérateur linéaire $\mathcal{J}$ sur T^c_x de carré (λ^2 identité) (1). Une *métrique complexe* est définie sur V_m par la donnée d'un tenseur symétrique (g_{ij}) dont les composantes dans un système de coordonnées locales (x^i) sont des fonctions à valeurs complexes des x^i, de classe C^∞, à déterminant partout $\neq 0$. Nous dirons que la métrique est *hermitienne* par rapport à $\mathcal{J}$ si on a pour tout couple de vecteurs v, w de T^c_x

$$(\mathcal{J}v, \mathcal{J}w) = -\lambda^2(v, w), \tag{1}$$

où (v, w) désigne le produit scalaire $g_{ij}v^i w^j$. S'il en est ainsi nous dirons que la Π- structure et la métrique définissent sur V_m une *structure presque hermitienne au sens large*. En particulier si on part d'une structure presque complexe (l'opérateur $\mathcal{J}$ correspondant à $\lambda = i$ est réel) et d'une métrique (réelle) définie positive, on retrouve la notion habituelle de structure presque hermitienne (2).

Soit (F^i_j) le tenseur défini par $\mathcal{J}$: $(\mathcal{J}v)^i = F^i_j v^j$. (1) se traduit par

$$F^k_i F^l_j g_{kl} = -\lambda^2 g_{ij}, \tag{2}$$

d'où l'on déduit : $F^k_i g_{kj} + F^k_j g_{ki} = 0$. Si l'on pose $F_{ij} = F^k_i g_{kj}$, on voit que les (F_{ij}) sont les composantes d'une 2-forme extérieure complexe F partout de rang $2n$, que nous appelons la *forme fondamentale*. En introduisant la matrice (g^{ij}) inverse de (g_{ij}), on peut écrire

$$F_{ik} F_{jl} g^{kl} = -\lambda^2 g_{ij}. \tag{3}$$

Inversement s'il existe sur une variété différentiable V_m une 2-forme extérieure F et une métrique (g_{ij}) complexes, de classe C^∞, satisfaisant à la relation (3) où λ est une constante non nulle, on peut munir V_m d'une structure presque hermitienne au sens large dont F soit la forme fondamentale.

2. La relation (2) montre que, par rapport à des bases II-adaptées : $g_{\alpha\beta} = 0$, $g_{AB} = 0$. Si n_1 est différent de n_2, ceci est incompatible avec l'hypothèse dét. $g_{ij} \neq 0$. Nous supposerons donc dans la suite m pair : $m = 2n$, et $n_1 = n_2 = n$. Nous poserons $\alpha^* = \alpha + n$.

Étant donnée une base (e_α) de T_1, on peut construire une base (e_{α^*}) de T_2 telle que $(e_\alpha, e_{\alpha^*}) = 1$, $(e_\alpha, e_{\beta^*}) = 0$ si $\alpha \neq \beta$. Soit (θ^i) la cobase duale de la base (e_i) de T^C_x ainsi obtenue; la forme quadratique ds^2 associée à (g_{ij}) et la forme extérieure F s'expriment par

$$ds^2 = 2 \sum_\alpha \theta^\alpha \theta^{\alpha^*}, \qquad F = \lambda \sum_\alpha \theta^\alpha \wedge \theta^{\alpha^*}. \tag{4}$$

Toute base par rapport à laquelle on a les relations (4) est dite *adaptée à la structure presque hermitienne* (brièvement : H-*adaptée*).

Soit $G(n, n)$ le sous-groupe de $GL(2n, C)$, isomorphe à $GL(n, C) \times GL(n, C)$, constitué par les matrices

$$\begin{pmatrix} A & 0 \\ 0 & B \end{pmatrix},$$

où $A \in GL(n, C)$, $B \in GL(n, C)$. L'ensemble $E_H(V_{2n})$ des bases H-adaptées relatives aux différents points de V_{2n} admet une structure naturelle d'espace fibré principal de base V_{2n} dont le groupe structural est le sous-groupe $\Gamma(n)$ de $G(n, n)$ constitué par les matrices du type précédent pour lesquelles $B = {}^tA^{-1}$. $\Gamma(n)$ est isomorphe à $GL(n, C)$.

Si V_{2n} est munie d'une structure presque hermitienne au sens ordinaire, on vérifie qu'il existe en chaque point des bases H-adaptées telles que e_α et e_{α^*} soient complexes conjugués. On retrouve ainsi les bases adaptées au sens de Lichnerowicz [3].

3. L'ensemble $E_C(V_{2n})$ [resp. $E_\Pi(V_{2n})$] des bases [resp. bases II-adaptées] de T^C_x, aux différents points x de V_{2n}, admet une structure naturelle d'espace fibré principal de base V_{2n}, de groupe structural $GL(2n, C)$ [resp. $G(n, n)$]. Nous appelons *connexion linéaire complexe*, resp. II-*connexion*, resp. H-*connexion*,

toute connexion infinitésimale sur $E_C(V_{2n})$, resp. $E_{\Pi}(V_{2n})$, resp. $E_H(V_{2n})$. On peut identifier les Π-connexions, resp. H-connexions, aux connexions linéaires complexes pour lesquelles la différentielle absolue du tenseur (F^i_j), resp. des tenseurs (F^i_j) et (g_{ij}), est nulle.

Donnons-nous une connexion linéaire complexe, définie relativement à des bases Π-adaptées par une matrice (ω^i_j) dont les éléments sont des formes de Pfaff complexes locales. Les formes $\pi^\alpha_\beta = \omega^\alpha_\beta$, $\pi^{\alpha^*}_{\beta^*} = \omega^{\alpha^*}_{\beta^*}$, $\pi^\alpha_{\beta^*} = 0$, $\pi^{\alpha^*}_\beta = 0$ définissent une Π-connexion; nous dirons qu'elle est *induite* par la connexion donnée. En particulier la connexion *riemannienne*, définie à partir du tenseur métrique (g_{ij}) par les mêmes formules que dans le cas réel, induit une Π-connexion, qui est euclidienne $(\nabla g_{ij} = 0)$, donc qui peut être identifiée à une H-connexion. Nous l'appelons *première connexion canonique* ou *connexion de Lichnerowicz*. Par rapport à des bases quelconques ses composantes sont

$$l_j{}^i{}_k = \gamma_j{}^i{}_k + \frac{1}{2\lambda^2} F^i_h \nabla_k F^h_j,$$

où les $(\gamma_j{}^i{}_k)$ sont les composantes de la connexion riemannienne, ∇_k désignant l'opérateur de dérivation covariante dans cette même connexion.

La *deuxième connexion canonique* ou *connexion de Chern-Libermann* peut être définie, comme pour les structures presque hermitiennes au sens ordinaire [4], par la propriété suivante : c'est une H-connexion dont la forme de torsion s'exprime, relativement à des bases Π-adaptées, par

$$\mathfrak{T}^\alpha = \frac{1}{2} b^\alpha_{\beta\gamma} \theta^\beta \wedge \theta^\gamma + T^\alpha, \qquad \mathfrak{T}^{\alpha^*} = \frac{1}{2} b^{\alpha^*}_{\beta^*\gamma^*} \theta^{\beta^*} \wedge \theta^{\gamma^*} + T^{\alpha^*},$$

où (T^α, T^{α^*}) est la forme de torsion de la Π-structure et $(b^\alpha_{\beta\gamma}, b^{\alpha^*}_{\beta^*\gamma^*})$ un tenseur antisymétrique. On trouve que les composantes de la connexion, relativement à des bases quelconques, sont

$$c_j{}^i{}_k = \gamma_j{}^i{}_k + \frac{1}{2\lambda^2} F^i_h \nabla_k F^h_j + \frac{1}{4\lambda^2} (F^i_h \nabla_j F^h_k + F^h_j \nabla_h F^i_k - F^i_h \nabla^h F_{jk} - F^h_k \nabla^i F_{jh}).$$

4. Les propriétés des groupes d'holonomie des connexions presque hermitiennes au sens de Lichnerowicz peuvent être généralisées aux H-connexions. En particulier le groupe d'holonomie homogène Ψ d'une H-connexion peut être identifié à un sous-groupe de $\Gamma(n)$. Inversement si V_{2n} est une variété différentiable munie d'une connexion linéaire complexe et s'il existe au point x une base z de T^C_x telle que le groupe d'holonomie Ψ_z soit sous-groupe de $\Gamma(n)$, on peut douer V_{2n} d'une structure presque hermitienne au sens large pour laquelle la connexion donnée soit une H-connexion.

Donnons-nous sur V_{2n} une H-connexion. Soit (Ω^i_j) sa forme de courbure. Si l'on prend des bases Π-adaptées, la 2-forme $\psi = \Omega^\alpha_\alpha$ est invariante par changement de base. ψ définit sur V_{2n} une 2-forme à valeurs complexes, fermée, dont la classe de cohomologie complexe est indépendante de la H-connexion.

On a aussi : $\psi = -\Omega^{\alpha}_{\alpha}$. Soit z une base H-adaptée, σ_z le groupe d'holonomie restreint de la connexion en z. Désignons par $S\Gamma(n)$ le sous-groupe des matrices de $\Gamma(n)$ telles que dét. $A = 1$. On peut énoncer (5)

THÉORÈME. — *La condition nécessaire et suffisante pour que σ_z soit sous-groupe de $S\Gamma(n)$ est que la forme ψ soit nulle en tout point.*

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) *Comptes rendus*, **242**, 1956, p. 335. Nous en reprenons les notations : n_1 (resp. n_2) désigne la dimension du sous-espace T_1 (resp. T_2) de $T^{\mathbb{C}}_x$ engendré par les vecteurs propres associés à λ (resp. $-\lambda$); $\alpha, \ldots = 1, \ldots, n_1$; $A, \ldots = n_1 + 1, \ldots, m$; $i, \ldots = 1, \ldots, m$. Une base (e_i) de $T^{\mathbb{C}}_x$, telle que $e_\alpha \in T_1$, $e_A \in T_2$, sera dite *H-adaptée*.

(2) *Cf.* A. LICHNEROWICZ, *Théorie globale des connexions et des groupes d'holonomie*, 1955, désigné par [L].

(3) [L], p. 213.

(4) [L], p. 243. *Voir* aussi P. LIBERMANN, *Bull. Soc. Math. Fr.*, **83**, 1955, p. 212. Dans les *Comptes rendus*, **237**, 1953, p. 1626, nous avons donné le nom de connexion de Chern-Libermann à une autre connexion, qui n'est pas en général une H-connexion, mais qui induit la deuxième connexion canonique et, dans le cas pseudo-hermitien, coïncide avec elle.

(5) Pour les structures presque hermitiennes au sens ordinaire, *cf.* [L], p. 261.

AERODYNAMIQUE. — *Sur la loi suivant laquelle une détente supersonique se propage vers l'amont le long d'une couche limite turbulente.* Note (*) de M. **GÉRARD GONTIER**, transmise par M. Joseph Kampé de Fériet.

Pour un écoulement plan faiblement supersonique et une couche limite turbulente, la « longueur d'influence », par laquelle nous caractérisons ici la propagation amont d'une détente autour de l'arête d'un dièdre, est indépendante de la vitesse hors de la couche limite et proportionnelle à l'épaisseur de quantité de mouvement de la couche subsonique au droit de l'arête du dièdre.

A propos de la détermination expérimentale de la frontière transsonique (1), nous avons été amené à étudier comment une détente se propage vers l'amont le long d'une couche limite turbulente, quand l'écoulement hors de cette couche est faiblement supersonique. Nous cherchons ici à préciser suivant quelle loi s'effectue cette propagation.

Dans une tuyère à écoulement plan, le long d'une paroi rectiligne, nous réalisons une répartition donnée $M(x)$ du nombre de Mach à la frontière de la couche limite ou, ce qui revient au même, la répartition correspondante de la pression réduite $p(x)$, rapport de la pression à la pression génératrice.

Dans une deuxième expérience, nous produisons une détente à l'aide d'un chanfrein taillé vers l'aval dans la paroi rectiligne et nous mesurons la nouvelle répartition de pression réduite $p'(x)$; nous formons la différence $\Delta p = p - p'$. L'accent désigne les mesures relatives à l'expérience avec chanfrein ; l'origine des abscisses est à l'arête du chanfrein; l'axe Ox est orienté vers l'aval. En

écoulement non visqueux, on aurait $\Delta p = 0$ pour $x < 0$. En fait la détente se propage vers l'amont à cause de la portion subsonique de la couche limite : Δp commence à croître un peu en amont de l'arête du chanfrein. Soit Δp_m le maximum de Δp observé un peu en aval de l'arête; nous caractérisons l'influence vers l'amont de la détente par la longueur

$$\mathrm{L} = \int_{-\infty}^{0} \frac{\Delta p}{\Delta p_m} dx \tag{1}$$

que nous appelons « longueur d'influence » : cette longueur peut être mesurée avec précision et conduit à une loi simple du phénomène recherché.

Nous supposons que la température d'arrêt est constante dans la couche limite et hors de la couche limite [2]; la célérité critique du son est alors une constante partout dans le fluide. Nous désignons par vitesse réduite v le rapport de la vitesse du fluide à la célérité critique du son.

La pression réduite $p'(x)$ et le champ de la vitesse réduite v' sont déterminés par l'angle d'inclinaison θ du chanfrein, par la répartition $\mathrm{M}(x)$ et par le profil de vitesse réduite obtenu, quand la paroi est sans chanfrein, dans une section particulière d'abscisse x_0,

$$v = f(y, x_0) : \tag{2}$$

v est la vitesse à la distance y de la paroi. Nous introduisons deux hypothèses qui permettent de remplacer les fonctions $\mathrm{M}(x)$ et $f(y, x_0)$ par deux grandeurs indépendantes de x et de y. Nous supposons d'abord que la répartition $\mathrm{M}(x)$ est, *pour la tuyère envisagée*, déterminée à partir du nombre de Mach et du profil de vitesse (2) dans la section $x = x_0$: nous choisissons $x_0 = 0$. D'après nos essais antérieurs [3], nous admettons ensuite que la fonction g dans le profil de vitesse

$$\frac{v}{\mathrm{V}} = g\left(\frac{y}{\Delta}\right) \tag{3}$$

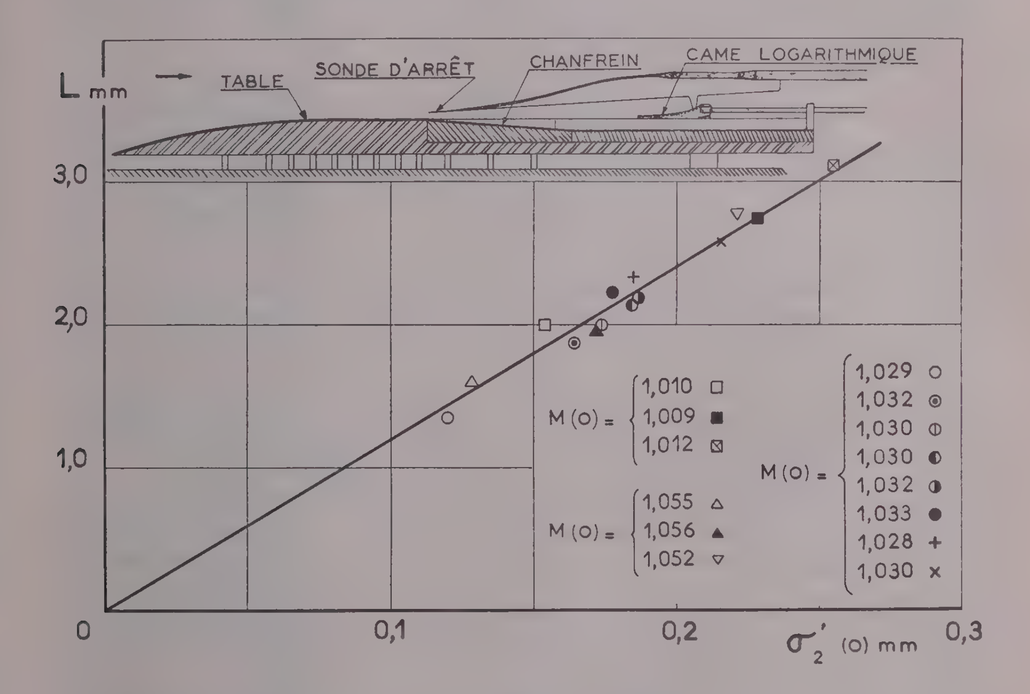
reste toujours la même pour un gradient relativement faible de $\mathrm{M}(x)$: V est la vitesse réduite à la frontière de la couche limite et Δ est une valeur particulière de y prise comme distance de référence. Dans ces conditions, la longueur d'influence L est, pour un angle θ donné, une fonction du nombre de Mach $\mathrm{M}(0)$ et de la distance de référence $\Delta(0)$ dans la section $x = 0$.

Comme la propagation de la détente s'effectue dans la portion subsonique de la couche limite au voisinage de l'arête du chanfrein, nous avons pensé qu'il était préférable de substituer à $\Delta(0)$ une longueur caractérisant cette couche subsonique, par exemple son épaisseur $\sigma'(0)$, fonction de $\mathrm{M}(0)$ et de $\Delta(0)$. En fait, l'expérience a montré qu'on obtenait des résultats plus simples et moins dispersés en introduisant l'épaisseur de quantité de mouvement $\sigma'_2(0)$ de la couche subsonique. L'analyse dimensionnelle permet

d'écrire la relation entre L, M(o) et $\sigma'_2(o)$ sous la forme

$$\frac{L}{\sigma'_2(o)} = h[M(o)]. \tag{4}$$

Pour un nombre de Mach M(o) compris entre 1 et 1,06 et pour une épaisseur $\sigma'_2(o)$ variant de 0,12 mm à 0,26 mm, l'expérience a montré que la longueur d'influence est indépendante de M(o); elle est simplement proportionnelle à $\sigma'_2(o)$. Avec un chanfrein de 4 degrés, nous avons obtenu un coefficient de proportionnalité sensiblement égal à 12.



La paroi rectiligne le long de laquelle nous avons exploré l'écoulement était la face supérieure d'une table disposée dans la veine d'essais d'une soufflerie sonique ([4]). A l'arrière de cette table était taillé un évidement dont le début était en forme de chanfrein; à l'aide d'une pièce rapportée sur la table, on pouvait à volonté supprimer le chanfrein, c'est-à-dire supprimer la détente. Nous faisions varier l'épaisseur de la couche limite en collant transversalement des petits cylindres de différents diamètres sur le nez semi-ogival de la table ou en supprimant l'espace libre ménagé entre la table et la paroi de la veine d'essais. Nous avons réalisé trois répartitions différentes du nombre de Mach $M(x)$, voisines de celle précédemment utilisée au cours de notre étude sur la frontière transsonique ([1]), ([5]) : pour chacune de ces répartitions, M croissait un peu vers l'aval d'une façon sensiblement linéaire.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) G. GONTIER, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 403.

(2) G. GONTIER et A. MARTINOT-LAGARDE, *Comptes rendus*, **239**, 1954, p. 1352.

(3) G. GONTIER et A. MARTINOT-LAGARDE, *Comptes rendus*, **237**, 1953, p. 966.

(4) G. GONTIER, *La Recherche Aéronautique*, **10**, 1949, p. 3.

(5) G. GONTIER, *La Recherche Aéronautique*, **31**, 1953, p. 13.

HYDRAULIQUE. — *Influence de la capillarité sur l'écoulement de filtration en régime permanent à travers les digues en terre.* Note (*) de M. **GABRIEL MATTA**, transmise par M. Léopold Escande.

A partir de mesures expérimentales sur un modèle réduit, nous avons tracé le réseau d'écoulement à travers une digue verticale : Aucune précaution spéciale n'étant prise en vue d'éliminer l'influence de la capillarité (*fig.* 1).

La hauteur moyenne h_c de la frange capillaire, considérée comme la projection verticale des portions des équipotentielles comprises entre la surface libre et la ligne équipression $\varphi = Z$, est égale à 26 mm pour une retenue aval $h_2 = 0$ et après un certain temps d'écoulement bien déterminé. Avec le même massif de granulométrie et de porosité constantes, avec une même charge amont h_1, et pour le même degré de saturation du sable, nous avons fait varier h_2 et déterminé les valeurs correspondantes de h_c après la même durée d'écoulement. Ces valeurs augmentent avec h_2, comme le montre le tableau I.

Nous avons comparé le réseau d'écoulement théorique tracé sans tenir compte des phénomènes capillaires à celui de la figure 1 et constaté des changements très nets au voisinage de la surface libre. En particulier la ligne qui serait une ligne de courant si la frange capillaire n'existait pas, est ici coupée par le filet coloré supérieur. La partie de la digue située entre ce filet coloré et la ligne $\varphi = Z$ est le siège d'un écoulement nettement moins rapide que celui qui a lieu au-dessous de la ligne de pression atmosphérique.

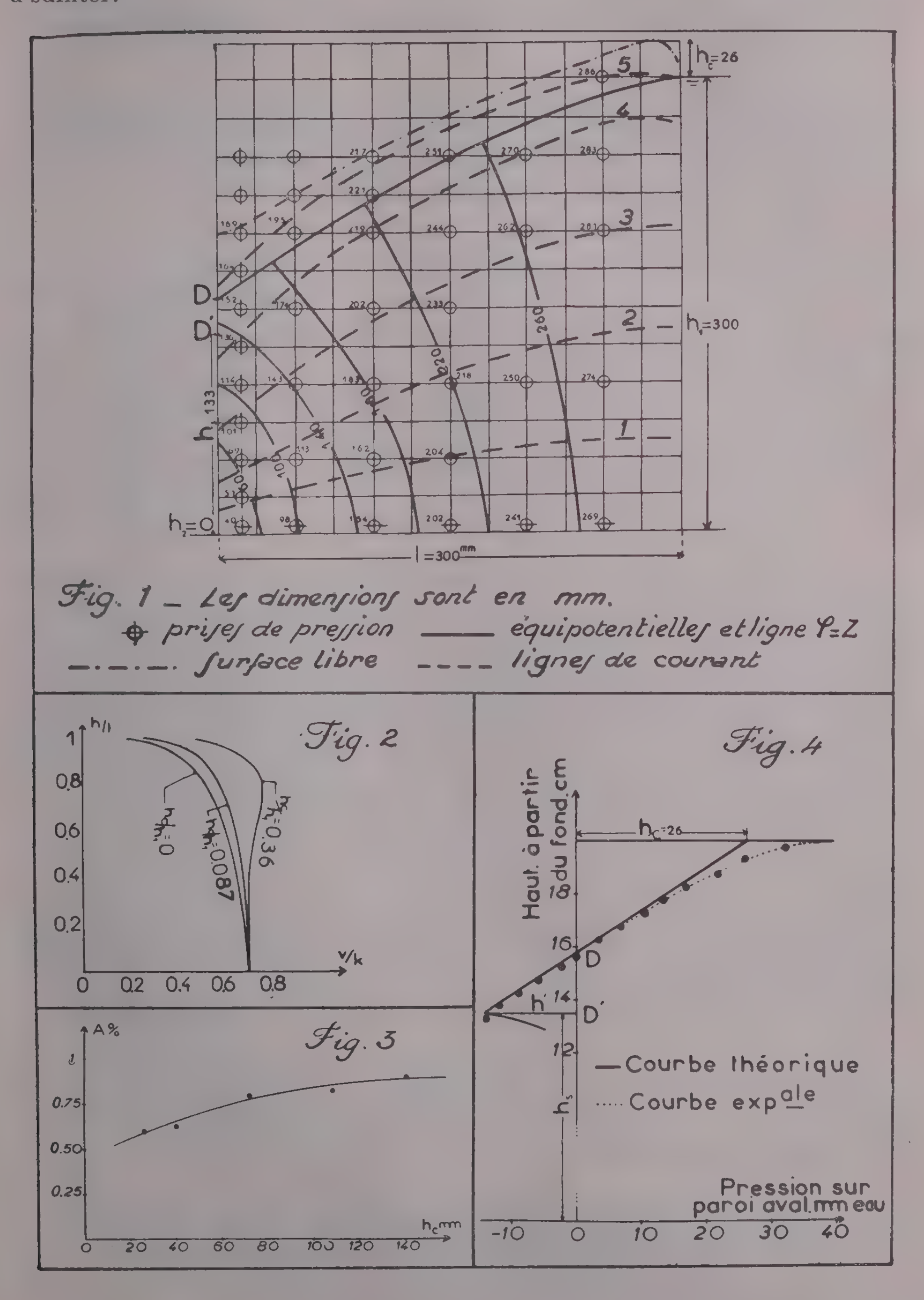
La figure 2 donne la répartition des vitesses le long du parement amont pour trois valeurs de h_c.

La section d'écoulement dans la frange capillaire est une fraction A de la remontée capillaire totale h_c et varie avec cette dernière (*fig.* 3).

Le tracé du réseau à partir de la méthode théorique de relaxation, en tenant compte de la capillarité, montre que la forme de la ligne $\varphi = Z$ reproduit beaucoup mieux celle de la surface libre. En particulier, contrairement à ce que laisse croire le tracé obtenu à partir des potentiels expérimentaux, la ligne $\varphi = Z$ présente sa concavité vers le haut près de la paroi aval.

D'autre part, l'eau ne commence à suinter à l'aval qu'à partir d'un point D' situé au-dessous de D, intersection de $\varphi = Z$ avec le parement aval (*fig.* 1 et 4). Cela résulte du fait que la tension superficielle crée une contre-pression h'

dirigée vers l'intérieur empêchant ainsi l'eau de sortir de la digue : lorsque la pression intérieure devient supérieure à cette contre-pression, l'eau commence à suinter.



La figure 4 donne la répartition des pressions sur la paroi aval. La ligne théorique suppose une saturation uniforme de 100 % sur toute la hauteur de la frange. Nous en tirons h' et, la hauteur de suintement h_s. Au-dessous de D′, la contre-pression h' tend à s'annuler et la condition $\varphi = Z$ n'est plus rigoureusement vérifiée.

Débit capillaire. — Le tableau I montre que le débit calculé est toujours inférieur à celui que donne l'expérience. Cette divergence qui varie de 4 à 6 % est due au fait que la formule théorique $Q/kh_1 = (h_1/2l)[1-(h_2/h_1)^2]$ ne tient pas compte du débit apporté par la frange capillaire.

TABLEAU I.

h_1 (mm).	h_2 (mm).	h_C (mm).	h_s (mm) calc.	h_s (mm) mes.	$Q_{20°}$ cm³/s calc.	$Q_{20°}$ cm³/s mes.	$\frac{Q_m - Q_{cal}}{Q_{cal}}$ (%).	$\frac{Q_C}{Q} = \frac{0,6 V_C h_C}{\Sigma V_i h_i}$ (%).	$\frac{0,6 h_C}{h_1}$ (%).
300	180	32	8	8	140,71	150,6	6,8	5,6	6,4
–	150	31	20	21	164,90	175,1	6,0	5,5	6,2
–	120	29	24	34	184,68	195,5	5,7	5,2	5,8
–	60	27	75	72	211,07	221,6	5,0	4,9	5,5
–	0	26	135	133	219,86	229,3	4,3	4,2	5,2

La mesure des vitesses de filets colorés nous permet également d'évaluer l'importance de ce débit. Pour cela, nous avons découpé la masse suivant cinq canaux élémentaires entourant les filets colorés et mesuré la durée de parcours d'une paroi du massif à l'autre le long de chacun de ces cinq filets : soit V_i la vitesse horizontale moyenne ainsi obtenue pour le filet i et h_i la hauteur du canal correspondant à son départ de la paroi amont, soient V_C et h_C les mêmes éléments relatifs au filet coloré n° 5 (*fig.* 1) situé dans la couche capillaire. On a, en retenant une hauteur utile de 0,6 h_C pour le canal capillaire n° 5 :

$$\frac{Q_C}{Q} = \frac{0,6 h_C V_C}{\Sigma_1^k h_i V_i},$$

en appelant Q_C le débit de la frange capillaire et Q le débit d'infiltration en l'absence de capillarité.

Si la vitesse était uniforme sur toute la hauteur de la digue, on aurait

$$\frac{Q_C}{Q} = \frac{0,6 h_C}{h_1}.$$

(*) Séance du 29 octobre 1956.

ASTROPHYSIQUE. — *Mesures photoélectriques de l'excès de couleur de sept nébuleuses diffusantes par rapport aux étoiles qui les éclairent.* Note de

Mme **Marie-Thérèse Martel**, présentée par M. André Danjon.

Quatre des nébuleuses étudiées sont un peu plus bleues que les étoiles associées. Les trois autres, étroitement groupées, dans une région d'émission du Sagittaire, sont franchement plus rouges. A l'intérieur d'une même nébuleuse, l'excès de couleur augmente avec la distance à l'étoile.

Des mesures colorimétriques, faites par photographie et souvent peu précises, ont montré que la couleur des nébuleuses diffusantes diffère généralement peu de celle des étoiles qui les éclairent [1].

J'ai déterminé les indices de couleur dans diverses régions de sept nébuleuses, en même temps que ceux des étoiles associées, au moyen d'un photomètre photoélectrique monté au foyer Cassegrain du télescope de 81 cm de l'Observatoire de Haute-Provence. Il est muni d'un photomultiplicateur à 19 étages de Lallemand. Un diaphragme, placé dans le plan focal du télescope, permet d'isoler une aire de 34″ de diamètre. Les mesures portent sur deux régions spectrales, limitées par des filtres colorés :

Schott BG 12 et GG 13 associés pour le bleu,
Schott OG 4 pour le jaune.

Les mesures sur la nébuleuse et l'étoile, corrigées chaque fois de la brillance du ciel nocturne superposée, étaient effectuées alternativement de façon à éliminer toute influence de variations d'absorption atmosphérique au cours des observations.

La principale difficulté des mesures tient au fait qu'il faut comparer les indices de couleur de deux sources d'éclats très différents, la nébuleuse et l'étoile associée. Aussi j'ai dû affaiblir la lumière des étoiles plus brillantes que la magnitude visuelle 9,0, au moyen d'un écran absorbant (filtre Wratten «neutre» de densité optique 1,5) disposé devant les filtres colorés. Les indices de couleur de ces étoiles, mesurés dans ces conditions, ont subi une correction due au défaut de neutralité de cet écran, évaluée à partir des mesures directes d'étoiles plus faibles.

Le tableau ci-après donne, en magnitudes, l'excès de couleur de chaque région nébulaire observée par rapport à l'étoile, en fonction de sa distance à l'étoile et de sa direction par rapport à celle-ci ; l'excès de couleur E étant défini comme la différence des indices de couleur de la région nébulaire et de l'étoile.

On remarque que les excès de couleur de IC 4601 *a* sont déterminés pour chacune des deux étoiles excitatrices, que leur distance de 47″ permet d'étudier

isolément, tandis que pour IC 4601 *b* et IC 1287 dont les étoiles sont distantes de 13″ et 12″, donc impossibles à séparer avec le dispositif utilisé, l'excès de couleur est rapporté à l'ensemble des deux composantes stellaires.

Excès de couleur E.

Nébuleuses.	Etoiles.	Distance à l'étoile dans la direction: Nord. 0′,4.	Nord. 0′,8.	Nord. 1′,7.	Est. 0′,4.	Est. 0′,8.	Est. 1′,7.	Sud. 0′,4.	Sud. 0′,8.	Sud. 1′,7.	Ouest. 0′,4.	Ouest. 0′,8.	Ouest. 1′,7.
IC 4 601 *a*	HD 147 009.......	–	–	+0,02	–	–	−0,48	–	–	−0,07	–	–	−0,08
	HD 147 010.......	–	–	+0,13	–	–	−0,37	–	–	+0,04	–	–	+0,03
IC 4 601 *b*	HD 147 103 A..... / HD 147 103 B.....	–	−0,14	0,00	–	−0,07	−0,03	–	−0,23	−0,16	–	−0,30	−0,04
NGC 6 580	BD−19° 4 940.....	–	+0,55	–	+0,44	+0,58	–	+0,30	+0,50	–	+0,59	+0,67	–
NGC 6 590	BD−19° 4 946.....	+0,18	–	–	+0,27	–	–	+0,23	–	–	+0,39	–	–
IC 1 284	HD 167 815.......	+0,59	–	–	+0,95	–	–	–	+0,82	–	–	+0,42	–
IC 1 287	HD 170 740 A .... / HD 170 740 B.....	–	−0,22	+0,06	–	–	0,00	–	–	−0,07	–	−0,19	+0,06
NGC 7 023	HD 200 775.......	–	−0,01	–	–	−0,41	−0,34	–	−0,28	–	–	−0,07	−0,34

L'examen des résultats groupés dans le tableau ci-dessus conduit aux conclusions suivantes :

1° Certaines nébuleuses ont une couleur peu différente de celle des étoiles associées ($E < 0,10$) ou sont nettement plus bleues (IC 4601 *a* et *b*, IC 1287, NGC 7023).

2° Par contre, les trois nébuleuses appartenant au petit nuage du Sagittaire (NGC 6589, NGC 6590 et IC 1284) apparaissent, dans toutes les plages étudiées, bien plus rouges que leur étoile. Ce résultat provient sans doute du fait que, pour la radiation H_α émise par l'ensemble de la nébulosité ([2]), la sensibilité du récepteur bien qu'assez faible est loin d'être négligeable.

3° Pour toutes les nébuleuses, étudiées en plusieurs points suivant une même direction, l'excès de couleur augmente avec la distance à l'étoile; ce résultat confirme donc ceux obtenus par C. Schalén ([3]) et P. C. Keenan ([4]).

Seule la direction W de NGC 7023 semble faire exception : en fait, la région située à 0′,8 W de l'étoile HD 200 775 contient une étoile faible dont la lumière perturbe la mesure de l'excès de couleur.

([1]) Travaux cités par J. Dufay, *Nébuleuses galactiques et matière interstellaire*, p. 271 et 272.

([2]) B. J. Bok, M. J. Bester et C. M. Wade, *Astronomical Journal*, 58, 1953, p. 36; Colin S. Gum, *Memoirs of the Royal Astronomical Society* 77, 1955, p. 161 et 166.

([3]) *Harvard Monographs*, n° 7, 1948, p. 11.

([4]) *Astrophysical Journal*, 84, 1936, p. 600.

MAGNÉTISME. — *Influence d'un champ magnétique sur la résistance électrique des lames minces de nickel.* Note (*) de Mme **Thérèse Rappeneau**, présentée par M. Jean Cabannes.

On a étudié à la température ambiante l'influence d'un champ magnétique sur la résistance électrique de lames minces de nickel évaporées. La résistance diminue si l'aimantation est perpendiculaire au courant et augmente lorsque l'aimantation est parallèle au courant, les variations de résistance présentant de l'hystérésis dans les champs faibles. Dans les champs élevés, la résistance décroît faiblement dans les deux cas.

Les lames minces de nickel (1) présentent, comme le nickel à l'état massif (2), des variations de résistance sous l'influence d'un champ magnétique.

On a étudié à la température ambiante des lames de nickel préparées par évaporation thermique, en les soumettant à des champs moyens (de 0 à 500 Oe) et plus élevés (1 000 à 6 000 Oe). Le dispositif réalisé a l'avantage de permettre l'étude des lames sous vide :

— un électroaimant produit un champ magnétique à l'intérieur de la cloche de l'évaporateur;

— un four électrique à résistance sert au recuit des lames jusqu'à une température supérieure au point de Curie;

— les résistances des lames sont mesurées par la méthode du pont de Wheatstone. Un galvanomètre très sensible aux tensions permet de mesurer des variations relatives de résistance égales à 10^{-5}.

Les mesures effectuées montrent que, au-dessus d'une certaine épaisseur correspondant à une résistivité superficielle d'une centaine d'ohms (3), les lames de nickel évaporées sont ferromagnétiques. Le ferromagnétisme existe dès leur formation, avant recuit. Il semble donc que leur structure soit différente de celle des lames obtenues par projection cathodique (4).

Au cours des mesures effectuées jusqu'ici, les lames étaient placées dans un champ magnétique parallèle à leur plan, dirigé soit perpendiculairement (aimantation transversale), soit parallèlement (aimantation longitudinale) au courant électrique. L'allure des courbes de variation de la résistance en fonction du champ magnétique est la même pour les lames minces que pour le métal massif. Dans le cas de l'aimantation longitudinale on observe une augmentation rapide de la résistance ($\Delta R/R > 0$), puis, au-delà de 1000 Oe environ, la résistance cesse de croître pour diminuer faiblement. L'aimantation transversale s'accompagne d'une diminution rapide de la résistance ($\Delta R/R < 0$) suivie, comme dans le cas de l'aimantation longitudinale, d'une décroissance lente.

1. *Étude des lames entre* 0 *et* 500 Oe. — Les mesures faites dans ce domaine de champs magnétiques présentent un intérêt particulier. En effet, il est bien

connu que les variations de résistance observées lors de l'aimantation d'un corps ferromagnétique sont liées aux processus d'aimantation. En conséquence, les courbes reliant la variation de la résistance au champ magnétique forment des cycles d'hystérésis caractéristiques de chaque lame et fonction des traitements subis (température du support au cours de l'évaporation, recuits, vieillissement).

Ce type de mesures a été fait jusqu'ici à l'air, sur des lames recuites et stabilisées. Les cycles obtenus sont reproductibles. Seules les lames suffisamment épaisses (résistivité superficielle $R_s \leq 100\,\Omega$) ont pu être étudiées, les autres ne présentant pas, à la température ordinaire, de variation de résistance décelable ($\Delta R/R < 10^{-5}$).

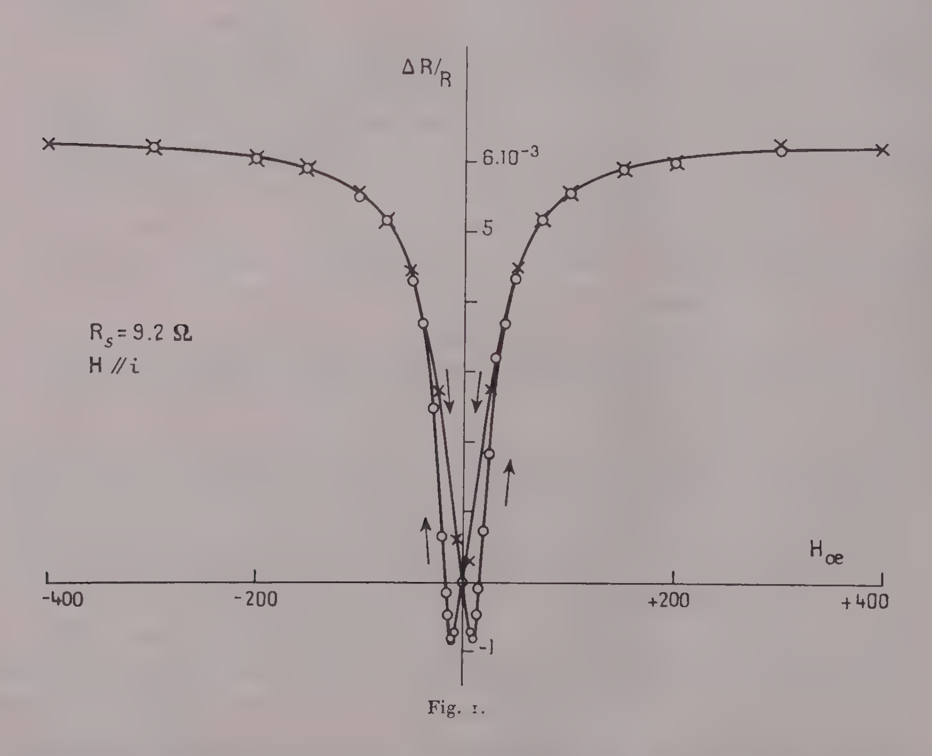


Fig. 1.

Dans le cas de l'aimantation longitudinale les cycles ont l'aspect de la figure 1. Si l'on fait croître le champ magnétique, la résistance diminue ($\Delta R/R < 0$) et passe par un minimum pour un champ H_0; ensuite, elle augmente rapidement puis de plus en plus lentement ($\Delta R/R > 0$). Lorsque le champ décroît, la résistance décroît également et reprend sa valeur initiale pour $H = 0$. La branche de courbe obtenue en inversant le sens de H est symétrique de la première. Les variations de résistance par aimantation transversale (*fig.* 2) se produisent en sens inverse.

Les résultats obtenus sur une douzaine de lames dont les résistivités

superficielles varient de 3 à 75 Ω ont été comparés. Ils apparaissent caractéristiques de chaque lame et, pour une même lame, sont différents suivant que

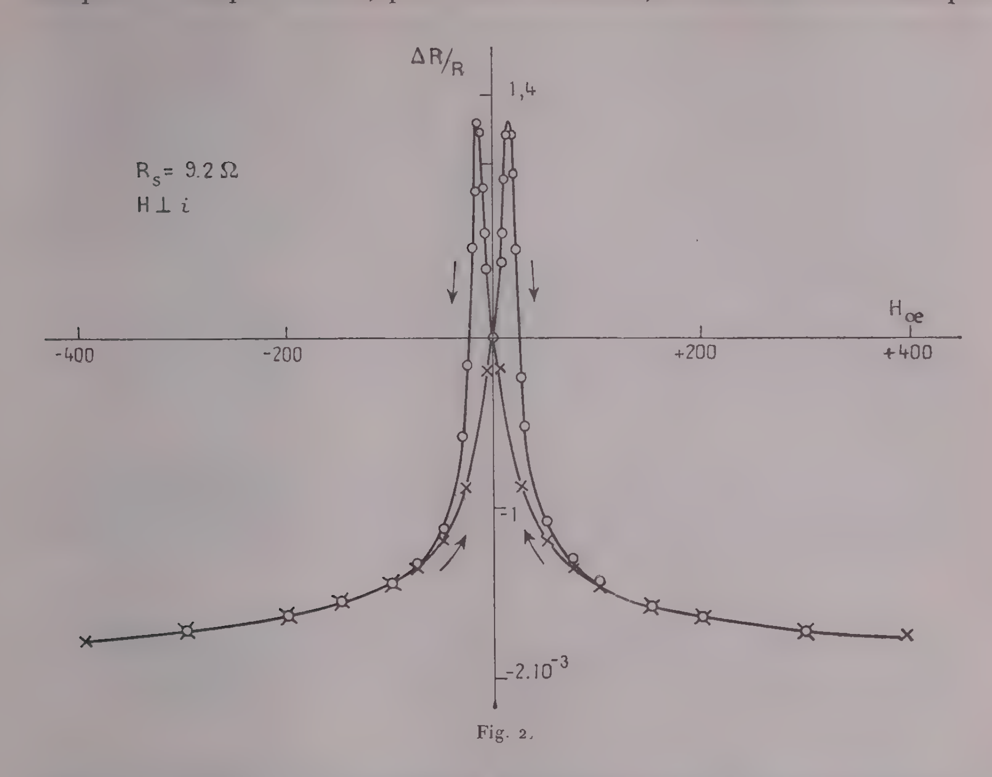


Fig. 2.

l'effet est longitudinal ou transversal. Toutes les valeurs maxima de ΔR/R sont inférieures à celles du métal massif. La valeur maximum obtenue est 18.10^{-3} pour une lame de résistivité superficielle égale à 4 Ω.

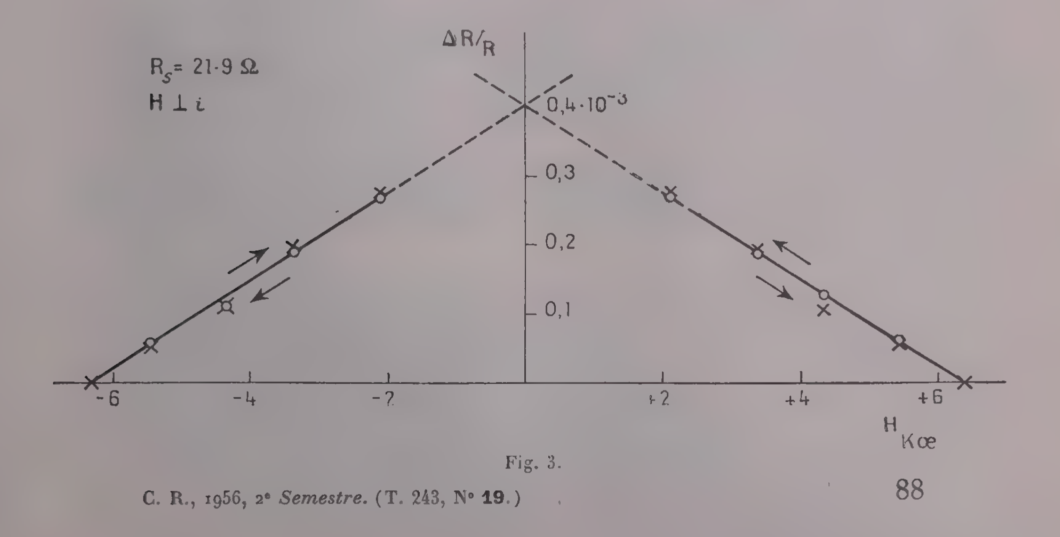


Fig. 3.

2. *Étude des lames entre* 1000 *et* 6000 Oe. — Les variations de résistance sont toujours négatives et très faibles. Dans ce domaine de champs, on observe une proportionnalité entre les variations du champ, ΔH, et de la résistance, ΔR (*fig.* 3). Pour chaque lame étudiée (R_s compris entre 3 et 200 Ω) on a déterminé le coefficient de proportionnalité $(1/R)(\Delta R/\Delta H)$. Les valeurs extrêmes obtenues sont $-0{,}066.10^{-7}$ pour une lame de résistivité superficielle 181 Ω et $-1{,}26.10^{-7}$ pour une lame de 3,03 Ω.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) A. Van Itterbeek, *J. Phys. Rad.*, **17**, 1956, p. 241.

(2) E. Englert, *Ann. Phys.*, **14**, 1932, p. 589.

(3) Nous rappelons que la résistivité superficielle est la résistance d'une couche carrée de 1 cm × 1 cm, soit $R_s = \rho/e$, e étant l'épaisseur de la lame.

(4) A. Colombani, *Ann. Phys.*, **19**, 1944, p. 272; **20**, 1945, p. 335.

ÉLECTRONIQUE. — *Réalisation d'un fréquencemètre électronique de haute sensibilité à lecture directe*. Note (*) de MM. **Jean Lagasse**, **Robert Lacoste** et **Jean Prades**, transmise par M. Charles Camichel.

Deux des auteurs avaient déjà mis au point un fréquencemètre à résonance [1] susceptible de mesurer les fréquences comprises entre 47 et 51 Hz. Le nouvel appareil expérimental, basé sur un principe différent, constitue une amélioration sensible du précédent.

Le principe de l'appareil réside dans la mesure de la fréquence des battements qui sont provoqués entre un multiple de la fréquence à mesurer et un sous-multiple de la fréquence d'un oscillateur de référence.

Ce dernier est constitué par un oscillateur piloté par un cristal de quartz permettant ainsi d'assurer à l'appareil un maximum de fidélité.

D'autre part, cette méthode différentielle nous a permis d'obtenir la grande sensibilité qu'exigeait la détection des faibles écarts de fréquence de la tension du Réseau Général de transport et de distribution d'énergie électrique.

Le tableau ci-dessous fait apparaître les variations de la fréquence des battements pour toute l'étendue de la bande de fréquence intéressante, soit de 47 à 51 Hz.

Oscillateur : 17 500 Hz.

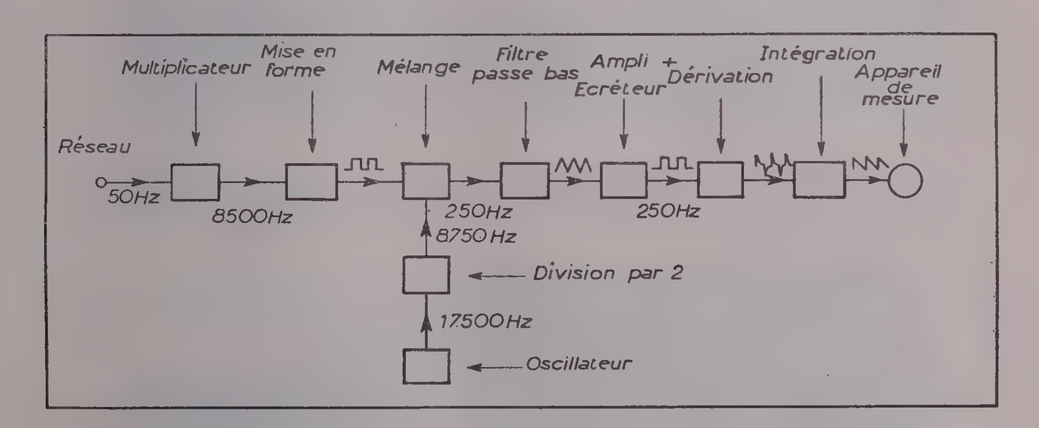
Fréquence réseau.	Fréquence réseau multipliée par 170.	Fréquence oscillateur divisée par 2.	Fréquence battements.
47	7 990	8 750	760
50	8 500	»	250
51	8 670	»	80

La fréquence des battements présente donc une forte variation relative; elle peut être mesurée par la méthode suivante : les battements sont transformés en impulsions qui chargent à travers une diode un condensateur que l'on décharge à travers une résistance; nous obtenons ainsi une tension en dents de scie dont la valeur moyenne mesurée par un galvanomètre est sensiblement proportionnelle à la fréquence des battements.

Remarquons que la précision de l'appareil ne dépend que de l'étage de sortie car les étages antérieurs, quelle que soit leur complexité, n'affectent jamais la fréquence des signaux. Par suite, si la précision de l'étage de sortie atteint 1 %, l'erreur absolue de mesure sur la fréquence du réseau ne dépassera pas 4/100e de période.

La figure 1 donne le schéma de l'appareil qui a été réalisé.

La multiplication de la fréquence du réseau est effectuée par un procédé photoélectrique : un faisceau lumineux éclaire une cellule photoélectrique



à travers un disque percé de fentes radiales et entraîné par un moteur synchrone bipolaire. La cellule délivre une tension périodique qui est mise en forme grâce à un « trigger » de Schmidt et envoyée à l'étage mélangeur. Ce dernier est formé d'un tube pentagrille sur la plaque duquel apparaissent les signaux complexes constituant les battements. Ces signaux sont filtrés et amplifiés fortement, écrêtés puis dérivés de manière à obtenir des impulsions qui sont ensuite transformées en dents de scie comme nous l'avons décrit plus haut.

L'appareil a été étalonné en injectant à la sortie de l'étage mélangeur des signaux de fréquence rigoureusement connue.

Le fréquencemètre ainsi réalisé doit donc permettre de suivre avec une précision de l'ordre de ± 0,02 Hz les variations de la fréquence du secteur entre 47 et 51 Hz.

Son principe peut d'ailleurs être très facilement étendu à d'autres

gammes de fréquences, donnant ainsi leur solution à un certain nombre de problèmes de Laboratoire.

Ajoutons que la constante de temps de cet appareil à lecture continue est tout à fait négligeable; cette qualité, jointe à la parfaite linéarité de la réponse permet un enregistrement sur large bande et le rend particulièrement utile au contrôle des mouvements d'énergie sur les réseaux de transport.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 421.

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE. — *Nouvelle méthode de préparation de films métalliques minces en microscopie électronique.* Note de MM. **Noboru Takahashi** et **Kenji Kazato**, présentée par M. Gaston Dupouy.

On a mis au point une nouvelle méthode de préparation de films métalliques minces en microscopie électronique, ce qui permet d'obtenir à la fois le diagramme de diffraction et l'image microscopique d'une région choisie de l'objet. On donne quelques exemples obtenus avec les alliages Sn—Pb, Al—Ag, Al—Zn, etc.

De minces films métalliques ont été jusqu'ici préparés soit par évaporation dans le vide, soit par amincissement électrolytique suivi d'un bombardement ionique.

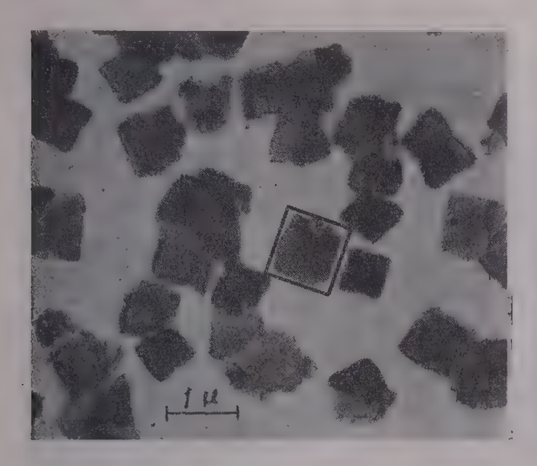
Le film préparé par évaporation est d'épaisseur uniforme; on peut aisément étudier sa structure cristallographique par diffraction électronique, mais les images qu'on obtient en microscopie sont loin de donner les renseignements qu'on attend en métallographie.

L'autre méthode, proposée initialement par R. D. Heindenreich [1] et améliorée par R. Castaing [2], fournit d'excellents résultats, à la fois par diffraction et par microscopie électronique. Elle est cependant d'une technique assez difficile et ne peut être appliquée qu'à certaines espèces d'alliages.

Notre méthode, beaucoup plus simple, s'applique à n'importe quel métal ou alliage. Son principe réside dans le fait qu'on obtient un film mince à partir d'une masse fondue de métal ou d'alliage dans une boucle mince de fil métallique et par choc d'une goutte de cette masse contre une plaque métallique lisse.

L'oxydation, au-dessous de 900° C, n'est pas très marquée; on peut donc faire l'expérience même dans l'air, pour des échantillons fusibles au-dessous de cette température. Pour des métaux ou alliages dont le point de fusion est plus élevé il faut une atmosphère non oxydante. Dans ce but nous avons construit un appareil spécial qui sera décrit ultérieurement dans un autre Mémoire.

Le film préparé dans l'air comporte beaucoup de plages de cristal unique supportées sur un film transparent produit spontanément au cours de la préparation et qui est vraisemblablement un oxyde. La structure de ces plages est identique à celle du métal massif.



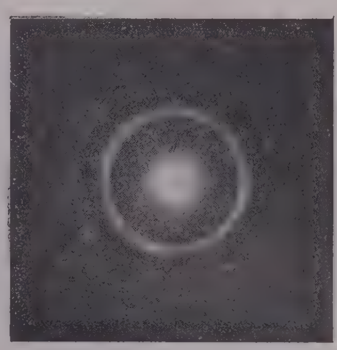


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Alliage Sn 62/Pb 38.

Fig 2. — Diagramme de diffraction correspondant à toute la surface de la figure 1.



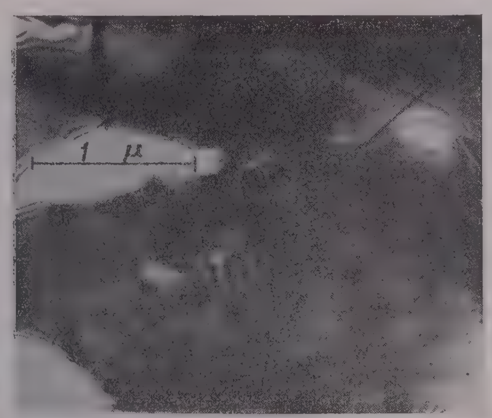


Fig. 3. Fig. 4.

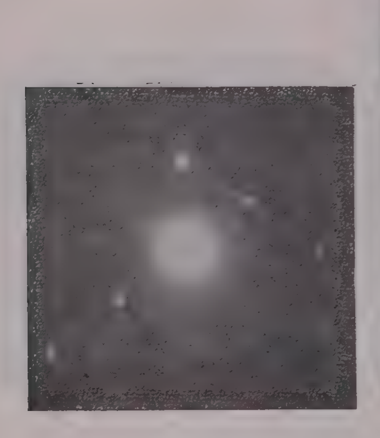
Fig. 3. — Diagramme de microdiffraction correspondant au cristal entouré par un carré dessiné à l'encre de Chine de la figure 1.

Fig. 4. — Alliage Al-25% Ag.

Le film préparé dans un gaz inactif tel que l'argon est un peu plus épais et plus uniforme, mais il n'y a pas les plages décrites ci-dessus.

La figure 1 montre le cas de l'alliage 62 % Sn/38 % Pb (eutectique). Le diagramme de diffraction correspondant à toute la surface de la figure 1

est représenté sur la figure 2. La microdiffraction révèle que le cristal entouré par un carré dessiné à l'encre de Chine est exactement la solution solide du côté Sn et qu'il s'oriente de façon que son plan de base tétragonal (001) soit parallèle à la surface du film (*fig.* 3).



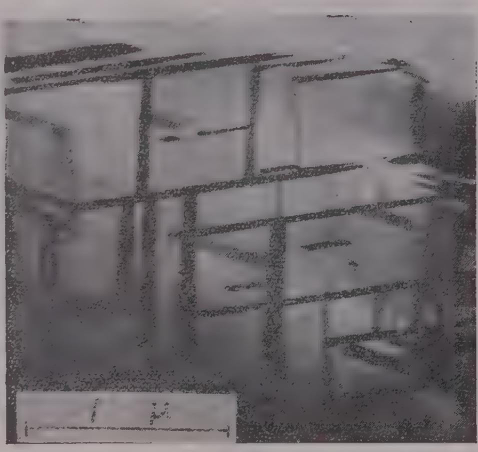


Fig. 5. Fig. 6.

Fig 5. — Diagramme de diffraction correspondant à la figure 4.

Fig. 6. — Alliage Al-25 %.

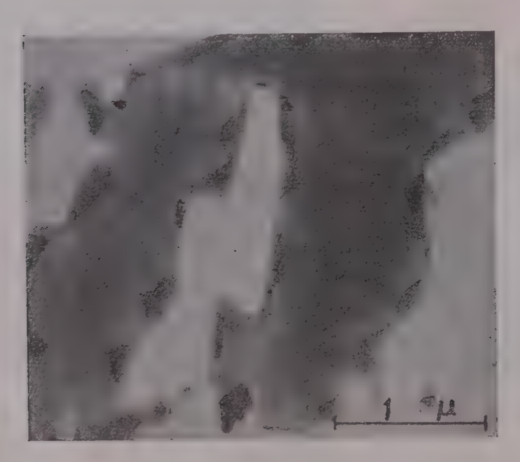


Fig. 7. — Alliage Al-30 % Zn.

Le film de l'alliage Al-25 % Ag (en poids) montre des plaquettes de précipitation de la phase γ′ ($Al\ Ag_2$) et des franges électroniques dues à l'interférence de l'onde électronique à l'intérieur du cristal (*fig.* 4). La figure 5 montre le diagramme de diffraction correspondant.

Dans des conditions convenables une belle figure de Widmanstätten est visible (*fig.* 6).

Nous avons constaté que le film ainsi préparé est susceptible d'être soumis à un traitement thermique, ce qui nous a permis d'étudier le phénomène de durcissement structural en chauffant l'échantillon à l'intérieur du microscope électronique.

L'alliage Al-30 % Zn (en poids) donne une image semblable; c'est ici le zinc presque pur qui est précipité.

L'expérience avec les alliages dont le point de fusion dépasse 1000° C est assez difficile car l'oxydation est très marquée. Il faut absolument opérer dans un gaz inerte, ce qui complique l'expérimentation.

En résumé cette méthode, tout à fait nouvelle, nous permet d'effectuer des études de presque tous les métaux ou alliages au microscope électronique en éliminant les défauts des films « répliques » ou des films obtenus par évaporation.

On peut profiter de la haute résolution du microscope électronique par transmission. Les résultats détaillés feront l'objet d'une autre publication.

(1) *J. Appl. Phys.*, 20, 1949, p. 993.
(2) *Comptes rendus du colloque du C. N. R. S. de Toulouse*, avril 1955.

RADIOACTIVITÉ. — *Dosage de l'actinium par mesure directe du produit en solution.* Note (*) de Mlle **Marguerite Perey** (1), présentée par M. Frédéric Joliot.

Nouvelle méthode de dosage de l'actinium en équilibre avec ses dérivés, par mesure directe du produit en solution, permettant de doser des quantités allant jusqu'à 0,003 μC d'actinium.

La valeur d'un produit d'actinium en équilibre avec ses dérivés, ne contenant ni radium ni thorium, peut être donnée en millicuries par mesure directe, au compteur-cloche, de ce produit en solution. Cette méthode ne nécessite aucune opération chimique sinon la mise en solution du produit — ce qui présente de grands avantages.

Au moyen de la chambre d'ionisation P_5 (2) on peut mesurer des produits de terres rares actinifères contenant au minimum de l'ordre du microcurie d'actinium dans 0,100 g de matière — ces produits doivent être en équilibre radioactif. La nouvelle méthode permet de doser 0,003 μC d'actinium dans une masse de solution de 2,5 g et en présence de matière inactive, celle-ci pouvant varier de 0,002 à 1 g de matière pour une masse totale de solution de 2,5 g — ce qui conduit à une augmentation de sensibilité d'un facteur 3 000.

Il faut opérer à poids constant, c'est-à-dire à une masse superficielle

déterminée. Dans ces conditions la diffusion du rayonnement dans la matière n'intervient pas et l'activité d'un produit reste constante quelle que soit la concentration de la solution en matière inactive. Nous avons choisi une masse superficielle de 0,385 g.cm^{-2}, c'est-à-dire dans nos conditions expérimentales une masse de 2,5 g.

Cette méthode permet de doser des quantités d'actinium beaucoup plus élevées puisqu'il suffit de prélever une partie aliquote et de l'amener à 2,5 g — mais elle est particulièrement intéressante pour doser de faibles quantités d'actinium sans opération chimique.

Mode opératoire de l'étalonnage. — Le produit d'actinium en équilibre avec ses dérivés, mesuré à la chambre P_5, est mis en solution et amené à un volume donné.

2 cm^3 de cette solution (ou sous-solution si le produit est très actif) sont prélevés dans une coupelle en Plexiglas tarée et amenés sur la balance, à l'aide d'une micropipette, au poids de 2,5 g, soit une masse superficielle de 0,385 g.cm^{-2}. (On dépasse de quelques milligrammes le poids de 2,5 g. La solution est très soigneusement homogénéisée dans la coupelle et ramenée par évaporation à l'air libre au poids choisi de 2,5 g.)

La coupelle est alors immédiatement scellée par une lamelle couvre-objet calibrée à l'aide d'un film fin de graisse à vide déposé au préalable sur les bords de la lamelle.

Il s'écoule 1 mn au maximum entre l'instant où le poids voulu est atteint et la coupelle scellée. Nous avons voulu nous rendre compte du pouvoir émanateur de ces solutions. L'activité mesurée immédiatement est légèrement inférieure à celle mesurée 4 h après scellement du produit, intervalle de temps durant lequel le dépôt actif se met en équilibre radioactif. Le P. E. correspondant à cette différence d'activité est de l'ordre de 4 %.

Après 4 h, l'activité mesurée correspond à l'activité exprimée en coups par minute (c/mn) du produit d'actinium en équilibre avec ses dérivés.

Nous avons utilisé trois produits d'actinium :

Produits	I.			II.			III.		
Activité P_5 (μC)	4,005			39,58			87,92		
Moyennes de 3 prises d'essai : Prélèvements (μC)	0,0031	0,0078	0,032	0,032	0,063	0,016	0,036	0,035	0,053
Moyennes de 3 prises d'essai : Correspondance (c/mn)	260 ±3%	621 ±4%	2 655 ±1%	2 971 ±2%	5 893 ±0,3%	1 526 ±2,4%	3 282 ±2,5%	3 146 ±2,5%	4 797 ±0,2%
Correspondance en c/mn de 0,01 μC	824	788	829	913	936	966	912	905	909
	814 c/mn ± 3%			938 c/mn ± 3%			909 c/mn ± 0,5%		

0,01 μC → 887 c/mn ± 8%

Dans les conditions expérimentales données nous pouvons dire que :

$$0{,}01\ \mu C\ Ac + \text{dérivés} \rightarrow 890\ c/mn\ Ac + \text{dérivés} \pm 8\%.$$

La pureté des produits actinifères a été vérifiée en comparant l'énergie du rayonnement émis à celle du rayonnement du dépôt actif de l'actinium obtenu par activation dans l'actinon. Les courbes d'absorption du rayonnement du produit actinifère soit dans le cuivre, soit dans l'aluminium, sont superposables à celles obtenues avec le dépôt actif mesuré dans les mêmes conditions expérimentales. Une impureté radioactive est immédiatement décelable par ce moyen.

Une autre preuve de la pureté du produit et de la validité de l'étalonnage a été donnée par l'identité des résultats obtenus avec les produits de lanthane actinifère et ceux obtenus avec le dépôt actif de l'actinium. Le dépôt actif est mis en solution puis précipité par l'hydrogène sulfuré en présence de plomb. 0,05 g de ce sulfure sont prélevés et placés dans une coupelle de laiton recouverte d'une lamelle de verre calibrée, et mesurés à la chambre P_5 dans les conditions identiques à celles de la mesure du produit d'actinium. La lamelle n'est évidemment pas nécessaire avec le dépôt actif mais nous avons préféré apporter les mêmes corrections dans les deux cas. L'activité est suivie pendant environ 2 h à la chambre P_5, puis le produit est mis en solution amené à une masse de 2,5 g dans une coupelle de plexiglas comme indiqué précédemment. La décroissance du produit est suivie. Les valeurs exprimées en U. E. S. donnant la correspondance en millicuries d'actinium et celles exprimées en coups par minute sont données par extrapolation au même temps zéro.

On obtient :

$$0{,}01\ \mu C\ Ac \rightarrow 910\ c/mn \pm 4\%.$$

Les résultats sont donc en très bon accord avec ceux indiqués dans le tableau.

Nous avons voulu, avec le produit III, comparer les résultats obtenus avec les différentes méthodes de dosage que nous avons établies. Ces résultats sont en très bonne concordance :

1re méthode	(2) :	0,088 mC	(Ac + dérivés P_5)
2e »	(3) :	0,088	(Ac K P_5)
3e »	(4) :	0,091	(Ac K compteur-cloche)
4e »	(5) :	0,091	(Dépôt actif compteur-cloche)
5e »	:	0,090	(Ac + dérivés compteur-cloche)

La dernière méthode présente l'avantage du maximum de sensibilité et de ne nécessiter que la mise en solution du produit, comme opération chimique.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) Avec la collaboration technique de Mlle Madeleine Bacher.

(2) M. Perey, Pompei et Lecoin, *J. Chim. Phys.*, **46**, 1949, p. 158.

(3) M. Perey, *Comptes rendus*, **217**, 1942, p. 106.

(4) M. Perey, *Comptes rendus*, **241**, 1955, p. 953.

(5) M. Perey et A. Hettler, *Comptes rendus*, **242**, 1956, p. 2552.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la température sur la séparation isotopique sous l'effet du courant continu dans le gallium fondu.* Note (*) de MM. **Maurice Goldman**, **Guy Nief** et **Étienne Roth**, présentée par M. Francis Perrin.

L'effet de séparation isotopique, sous l'effet du courant continu, dans le gallium fondu, augmente avec la température, en contradiction avec les prévisions théoriques.

Il a été montré dans des travaux récents (1), (2), (3) que le passage d'un courant continu dans une colonne de métal fondu provoque une séparation isotopique, l'isotope lourd se concentrant en général à la cathode. Nous avons étudié le cas du gallium (1). Dans une étude effectuée par d'autres auteurs sur l'indium (4), il a semblé que la séparation isotopique augmentait avec la température.

Au cours du travail présenté, dont les détails expérimentaux paraîtront dans une autre publication (5), nous avons étudié l'influence de la température sur la séparation isotopique du gallium entre 325 et 560° K.

Les expériences ont été menées sur des colonnes de gallium de 20 cm de long, d'un diamètre de 0,2 à 0,3 mm dans lesquelles circulait, à température fixe, un courant de 3 à 4 A pendant une durée de 15 à 30 jours, nécessaire pour atteindre l'équilibre.

Cette étude a montré que :

1° En régime d'équilibre, le rapport des concentrations isotopiques varie le long de la colonne suivant la loi :

$$\mathrm{Log}\frac{C_1}{C_2} = ax + \mathrm{Log}\left(\frac{C_1}{C_2}\right)_0.$$

Lorsque l'équilibre n'est pas atteint, la courbe $\mathrm{Log}\, C_1/C_2 = f(x)$ possède à ses extrémités une pente égale à la valeur a, ce qui résulte bien de l'équation de diffusion (*fig.* 1).

2° Le « facteur de séparation » défini par

$$p = \frac{\Delta\left(\mathrm{Log}\frac{C_1}{C_2}\right)}{\Delta V} = a\frac{\Delta x}{\Delta V}$$

croît appréciablement avec la température.

Les valeurs expérimentales du facteur de séparation ont été les suivantes :

Température absolue (°K).	Facteur de séparation *p*.	Température absolue (°K).	Facteur de séparation *p*.
325	0,049	499	0,067
338	0,061	560	0,077
488	0,006		

Les températures de la colonne de gallium ont été déterminées à 5° C près, et les facteurs de séparation avec une précision de 5 à 10 %.

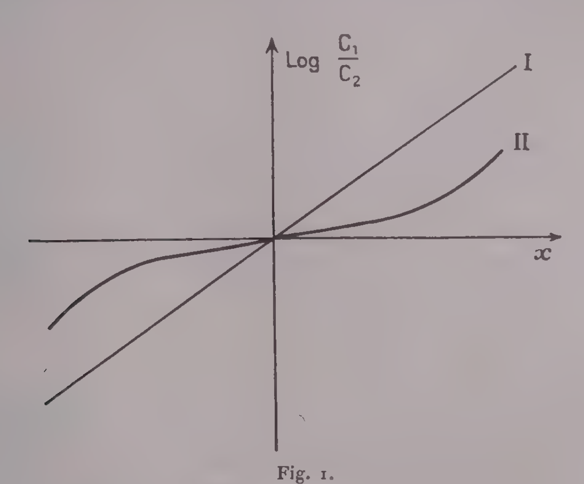


Fig. 1.
I. En régime d'équilibre. II. Avant atteinte de l'équilibre
Répartition du rapport des isotopes dans la colonne.

Les résultats reportés sur la figure 2 paraissent suffisamment significatifs pour être confrontés aux explications existantes de la séparation isotopique étudiée.

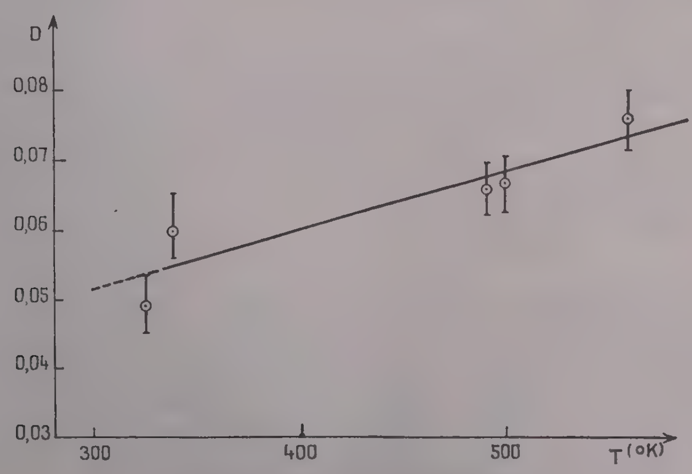


Fig. 2. — Variation du facteur de séparation.

Klemm ([6]) en a proposé une théorie phénoménologique qui ne permet pas de prévoir *a priori* l'influence de la température.

P. de Gennes ([7]) a décrit les vibrations dans le liquide en termes de phonons. Il prévoit ainsi une séparation isotopique d'un ordre de grandeur acceptable, mais qui devrait décroître en $1/T^3$.

Nous n'avons pas trouvé d'explication satisfaisante, même qualitative, à ce désaccord flagrant entre les résultats expérimentaux et les prévisions théoriques.

La prolongation du domaine de température exploré serait souhaitable, mais présente des difficultés technologiques.

(*) Séance du 22 octobre 1956.

([1]) G. Nief et E. Roth, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 162.

([2]) Haeffner, *Nature*, 172, 1953, p. 775.

([3]) A. Lunden, C. Reutersward et A. Lodding, *Z. Naturforsch. Dtsch.*, 10*a* n° 12, 1955, p. 924.

([4]) A. Lodding, A. Lunden et H. von Ubisch, *Z. Naturforsch. Dtsch.*, 11*a*, 1956.

([5]) M. Goldman, *J. Chim. Phys.*, 1956 (à paraître).

([6]) *Z. Naturforsch.*, *Dtsch.*, 9*a* n° 12, 1954, p. 1031.

([7]) *J. Phys. Rad.*, 17, n° 4, 1956, p. 343.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Composés cuivriques des acides-alcools.* Note (*) de MM. **Jean Lefebvre** et **Pierre Souchay**, présentée par M. Georges Chaudron.

Malgré diverses études dont ils furent l'objet en raison de leur intérêt, la nature et les domaines de stabilité des composés de l'ion Cu^{++} avec les acides-alcools sont encore mal connus. Ces systèmes compliqués ont pu être débrouillés par l'emploi de la potentiométrie, à condition d'utiliser non seulement les mesures simultanées de potentiels d'ions Cu^{++} et H^{+} mais aussi la surface potentiométrique.

Afin de choisir des acides alcools de type différent, nous avons adopté les acides glycolique GH, malique MH_2, citrique CH_3 tous monoalcools, et l'acide tartrique, dialcool. En raison de leur comportement particulier, les acides tartrique et glycolique seront étudiés par ailleurs. Les équilibres peuvent s'écrire sous la forme

$$\alpha MH_2 + \beta Cu^{++} + \omega OH^- \rightleftharpoons \text{Complexe.}$$

Il importe de considérer que β n'est pas obligatoirement égal à 1 (même si $\alpha = \beta$); s'il en est différent, on dit que le complexe est condensé. Les travaux physicochimiques antérieurs ([1]) méconnaissent pour la plupart cette possibilité pourtant fréquente (et pas seulement chez les acides-alcools); les conclusions auxquelles ils aboutissent ne peuvent donc être considérées toujours comme correctes.

Pour opérer dans des conditions aussi diverses que possible, nous avons titré par NaOH des mélanges renfermant au départ des rapports variés Acide/Cu^{++}, et cela à plusieurs dilutions. Les données de base sont obtenues, à tout moment du titrage, de la manière suivante :

1° Activité ou concentration des ions H^{+}, à l'électrode de verre.

2° Activité ou concentration des ions Cu^{++}, à l'électrode de Cu qui fonctionne particulièrement bien dans ces milieux si $pH < 8$.

3° Concentration de MH_2 libre, à l'aide de la surface potentiométrique [2] S, et par suite (à l'aide du 1°) la concentration en ions MH^{-} et M^{--} libres.

4° Le nombre total N de particules, en évaluant la variation de S avec la dilution (en litres, par mol. MH_2 de départ).

La proportion de Cu, de particules maliques complexées ainsi que le nombre d'ions OH^{-} entrant dans les complexes, sont faciles à évaluer, en retranchant des quantités mises en œuvre, celles qui sont libres, et évaluées aux 1°, 2°, 3°.

De même, en retranchant ces mêmes quantités de N, évalué au 4°, on obtient le nombre de particules complexes, ce qui est important pour connaître le degré de condensation.

La méthode ainsi adoptée a l'avantage de ne faire appel à aucune hypothèse préliminaire, puisque toutes les quantités désirables sont connues. Les calculs qui s'ensuivent seront détaillés prochainement; ils permettent de déterminer, avec le minimum d'incertitude, la structure de ces complexes et leurs domaines de stabilité.

Le fait le plus remarquable consiste en ce qu'on peut ajouter une quantité de NaOH supérieure à celle nécessaire pour former le sel neutre de l'acide sans que le pH devienne alcalin. Cette quantité supplémentaire est de 1 mol par atome Cu pour MH_2 et CH_3 (ce qui fait 0,9 mol sur la figure 1); le complexe formé est très stable, et se traduit par un saut très net du pH; il est généralement condensé [3].

L'existence des complexes alcalins est caractéristique des acides-alcools; elle est due à l'ionisation des OH alcooliques, trop faible pour se manifester d'ordinaire, mais dont l'équilibre d'ionisation se trouve fortement déplacé par la grande stabilité des composés ainsi formés.

Ceux-ci donnent, aussi bien par alcalinisation que par acidification, des complexes moins condensés, stables du côté alcalin, moins stables du côté acide, et d'autant moins que l'acidité est plus grande.

Avec MH_2, le tableau suivant rend compte des phénomènes observés :

$$\begin{matrix} Cu^{++} \\ +MH_2 \end{matrix} \xleftarrow{+H^{+}} [Cu(MH)_2]^{0} \underset{+M^{--}}{\xleftarrow{+H^{+}}} (CuM)^{0} \xleftarrow{+H^{+}} \left[Cu_2\begin{matrix}(OH)_2\\ M_2\end{matrix}\right]^{--} \underset{+M^{--}}{\xrightarrow{+OH^{-}}} \left[Cu\begin{matrix}(OH)_2\\ M_2\end{matrix}\right]^{IV-}$$

$$(CuM)^{0} \xrightarrow{+M^{--}} Cu(M_2)^{--}$$

Région acide. Région alcaline.

La figure 2 donne la proportion de chacune des espèces en fonction du pH (5), dans la région acide, pour un mélange renfermant au départ 1 mol MH_2 + 0,9 mol Cu^{++} dans 20 l de ClO_4Na 1 M (4).

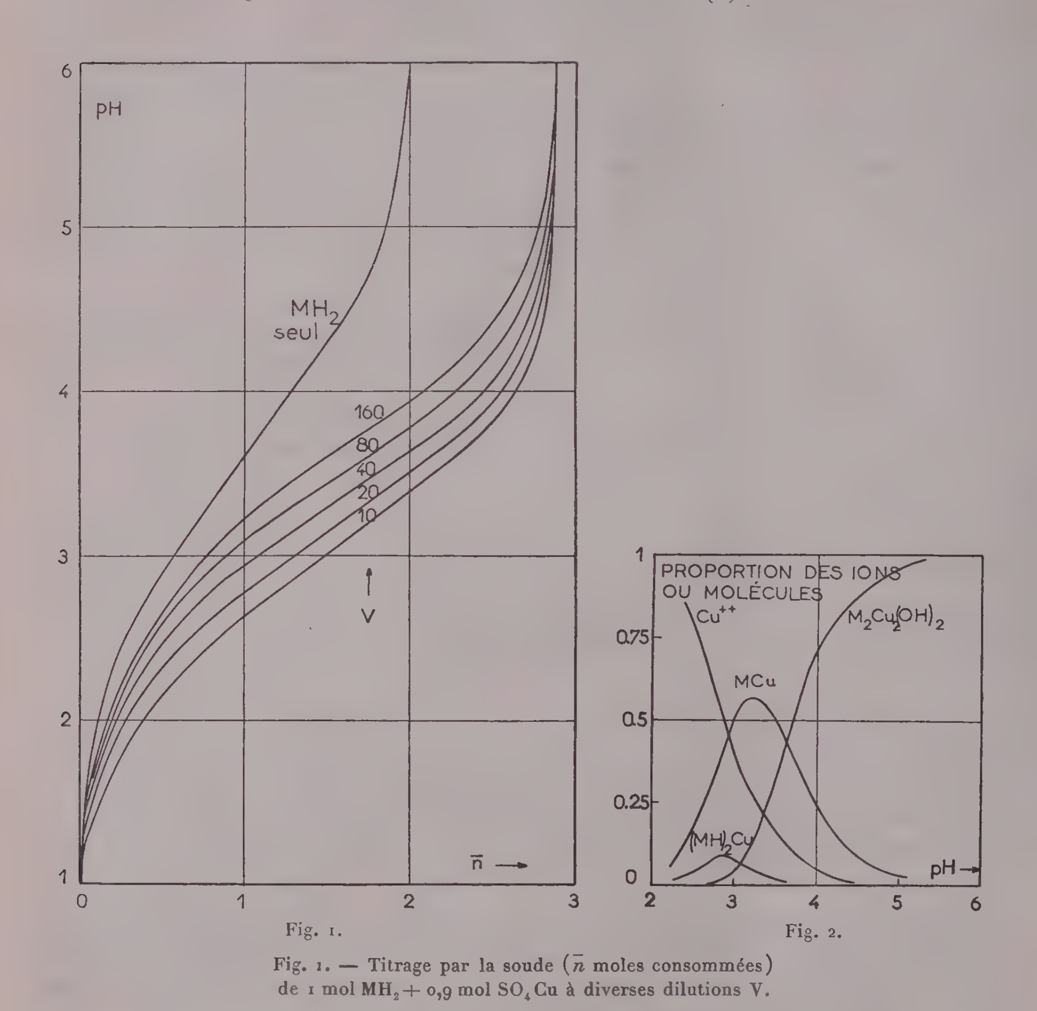


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1. — Titrage par la soude ($\bar{n}$ moles consommées) de 1 mol MH_2 + 0,9 mol SO_4Cu à diverses dilutions V.

En milieu citrique, le comportement est voisin : complexes de même structure mais de valences différentes, à cause des valences différentes de particules C^{---} et M^{--}. De plus, la stabilité des composés bicondensés est plus grande que dans la série malique, ce qui explique :

a. L'obtention plus difficile, dans la région alcaline, de $\left[\mathrm{Cu}\begin{matrix}\mathrm{C_2} \\ \mathrm{(OH)_2}\end{matrix}\right]^{\mathrm{VI}-}$.

b. Le recul, dans la région acide, du domaine de stabilité des espèces non condensées vers les pH plus bas, ainsi que l'existence, en équilibre avec CuC^-, du dimère $Cu_2C_2^{--}$ qui n'a pas son équivalent dans la série malique.

Toutes ces conclusions ont été confirmées par cryoscopie dans SO_4Na_2, et spectrophotométrie. Par cette dernière technique, les spectres de tous les constituants ont pu être établis, même pour ceux d'entre eux qui ne se formaient jamais à l'état pur. Les deux phénomènes : condensation et ionisation des OH^- alcooliques se manifestent par une absorption intense dans l'ultraviolet, et un déplacement du maximum d'absorption situé dans le visible.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) BOBTELSKY et JORDAN, *J. Amer. Chem. Soc.*, 67, 1945, p. 1824; J. DARMOIS, *J. Phys. Rad.*, 5, 1924, p. 225; DELSAL, *J. Chim. Phys.*, 35, 1938, p. 314; MEITES, *J. Amer. Chem. Soc.*, 71, 1949, p. 326972, 1950, p. 180; PARRY-DUBOIS, *J. Amer. Chem. Soc.*, 74, 1952, p. 3749; WARNER et WEBER, *J. Amer. Chem. Soc.*, 75, 1953, p. 5086; PECSOK et JUVET, *J. Amer. Chem. Soc.*, 77, 1955, p. 202.

(2) LEFEBVRE, *Comptes rendus*, 241, 1955, p. 1037.

(3) Dans le cas de TH_2, la quantité supplémentaire de NaOH est de 1,25 mol par Cu; ce nombre fractionnaire, à lui seul, suffit à confirmer la possibilité d'existence d'espèces condensées.

(4) CuM_2^{--} n'y figure pas, car sa proportion est négligeable, avec le faible rapport MH_2/Cu utilisé.

(5) Pour les composés solides correspondants, *voir* les travaux de : HAGEN, *Lieb. Ann.*, 38, 1841, p. 271; J. PICKERING, *J. Chem. Soc.*, 1914, p. 464; 1915, p. 942; 1916, p. 235; WARK, *J. Chem. Soc.*, 1923, p. 1827.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfures et le polysulfure de cérium.* Note (*) de M. **JEAN FLAHAUT** et Mlle **MICHELINE GUITTARD**, présentée par M. Paul Lebeau.

S_3Ce_2 existe sous trois formes cristallines α, β, γ. Les deux premières se préparent par dissociation dans le vide du polysulfure S_2Ce et la dernière par action de l'hydrogène sulfuré sec sur l'oxyde O_2Ce à température élevée. Nous faisons connaître les relations existant entre ces trois formes, et leurs principales propriétés. Le polysulfure S_2Ce cubique est également décrit.

L'action de l'hydrogène sulfuré sur le chlorure, le sulfate ou le carbonate de cérium à des températures ne dépassant pas 1 000° n'a pas conduit au sulfure S_3Ce_2 exempt d'oxygène (1), (2). La transformation de l'oxyde O_2Ce est encore plus difficile, et, déjà en 1904 Sterba (3) indique la nécessité de températures élevées (rouge vif). Effectivement, en 1931 Picon (4) isole pour la première fois S_3Ce_2 pur en opérant à 1 550° C. Eastman et ses collaborateurs (5) montrent en 1950 que, dans cette réaction, la formation de l'oxysulfure O_2SCe_2 précède celle de S_3Ce_2. Simultanément Zachariasen (6) établit que la structure cristalline cubique du sulfure ainsi obtenu dérive de celle de S_4Ce_3 (type P_4Th_3).

Une deuxième forme cristalline de S_3Ce_2, désignée sous le nom de phase « complexe » d'après l'aspect de son spectre de rayons X, est observée par

Eastman et ses collaborateurs [5]. Elle serait stabilisée par la présence de traces d'oxygène en solution solide [5], [7].

D'autre part, en utilisant le sulfate céreux anhydre, Biltz [8] constate, en 1908, qu'au-dessous de 700°, l'hydrogène sulfuré fournit un polysulfure S_2Ce, retenant une faible quantité d'oxygène. Ce corps est dissociable à partir de 755° C en S_3Ce_2 et soufre. Klemm, Meisel et Vogel [2], à l'aide de la même réaction mais conduite à 1 000°, obtiennent directement le sulfure S_3Ce_2 et décrivent schématiquement son diagramme de rayons X. Ils l'affectent à une série α des sulfures isomorphes des terres rares cériques, distincte d'une série β où sont groupés les sulfures de Sc, Y, Er et Yb.

Nos essais ont montré qu'il existe trois formes cristallines différentes de S_3Ce_2, que nous avons pu identifier avec les divers produits obtenus par les auteurs précédents :

α, décrite par Klemm et provenant de la dissociation du polysulfure S_2Ce;

β, dont le spectre de rayons X compliqué nous fait penser qu'elle est identique au sulfure « complexe » d'Eastman;

γ, préparée par Picon à haute température et étudiée cristallographiquement par Zachariasen.

Il est difficile d'obtenir les sulfures des terres rares exempts d'oxygène. En plus de l'obligation d'opérer à température élevée, il est indispensable d'utiliser de l'hydrogène sulfuré parfaitement desséché. Dans ce but, nous faisons circuler ce gaz sur du sulfure d'aluminium chauffé au rouge sombre. Il est, de plus, nécessaire de faire usage de nacelles en graphite qui, par l'intermédiaire d'un composé sulfuré du carbone, facilitent la réaction. Nous avons observé dans ces conditions la transformation de l'oxyde O_2Ce en $S_3Ce_2\beta$ exempt d'oxygène à 1 000° C en une dizaine d'heures, et en $S_3Ce_2\gamma$ à 1 300° en deux heures. Enfin, le dérivé α résulte de la dissociation de S_2Ce entre 850 et 1 100° C dans le vide.

Le tableau suivant donne les résultats des analyses ainsi que quelques-unes des propriétés physiques :

	S (%).	Ce (%).	Total.	Densité d_4^0.	Susceptibilité magnétique atomique à 20° C $\times 10^{-6}$ (C. G. S.).
Théorie pour S_3Ce_2....	25,49	74,51	100	–	–
$S_3Ce_2\alpha$	25,56	73,82	99,38	4,95	2 270
$S_3Ce_2\beta$	25,71	74,45	100,16	$5,07 \pm 0,05$	2 190
$S_3Ce_2\gamma$	–	–	–	5,184	2 130

En ce qui concerne les conditions de stabilité de ces trois variétés, nous avons constaté les faits suivants :

Dans l'action de l'hydrogène sulfuré sur l'oxyde O_2Ce, seul le dérivé γ se forme au-dessus de 1 000 à 1 100° C. Au-dessous de ces températures, la pro-

duction de β est généralement observée, mais avec quelque irrégularité. Nous avons pu, par exemple, obtenir à plusieurs reprises à 600° C, $S_3Ce_2\gamma$ accompagné d'oxysulfure, et vers 900° C des mélanges de β et γ.

La dissociation du polysulfure S_2Ce permet de préciser les relations existant entre les trois formes. Par chauffage sous une pression inférieure au millième de millimètre de mercure, il apparaît S_3Ce_2 γ à 1500° C, β à 1200° C et α entre 700 et 1100° C. Les températures nécessaires à leur formation vont donc en croissant de α à β, puis à γ.

L'existence d'un point de transformation du sulfure α en β se manifeste vers 1100° C. Il nous a, par contre, été impossible d'observer le passage du sulfure β en γ, même après un chauffage de 1 h à 1500° C. A 1700° C il se produit un départ de soufre et une évolution vers S_4Ce_3.

En définitive, alors que le domaine de stabilité de $S_3Ce_2\alpha$ s'étend de 600 à 1100° C, les deux autres sulfures paraissent stables entre 600 et 1500° C.

L'ensemble de ces résultats nous a conduits à distinguer deux processus de formation.

Le premier donne successivement les deux formes α et β par dissociation du polysulfure à température peu élevée. On part donc ici d'un composé contenant un excès de soufre par rapport à la composition finale.

Le second fournit $S_3Ce_2\gamma$. Par suite de sa structure cristalline particulière, ne différant de celle de S_4Ce_3 que par l'existence de lacunes dans le réseau des ions métalliques, ce dérivé se rattache aux sulfures de cérium présentant un excès de métal par rapport à S_3Ce_2. On peut donc envisager que sa formation fait intervenir un dérivé plus riche en cérium que ne l'indique sa composition finale.

Le paramètre cristallin de S_3Ce_2 γ est 8,626 Å « vrais » valeur très voisine de celles publiées par d'autres auteurs : 8,625 Å (6) et 8,624 Å (7). La densité que l'on en déduit avec 16/3 de molécules par maille s'élève à 5,18 g/cm³, identique à celle obtenue expérimentalement : $d_4^0 = 5,184$.

Le sulfure $S_3Ce_2\gamma$ manifeste d'excellentes propriétés réfractaires. Il ne se dissocie sous une pression de 1/2500e de millimètre de mercure qu'à partir de 1750° C, avec formation de traces de S_4Ce_3. La carburation en présence de graphite ne commence qu'après un séjour de 30 mn à 1750° C. On ne peut observer la fusion de ce composé au cours d'un chauffage rapide dans le vide, dans un creuset de carbure de titane. A 2060°, il disparaît par volatilisation.

Le composé S_2Ce est généralement classé avec les dérivés du cérium tétravalent. Ses propriétés sont cependant celles d'un polysulfure du métal trivalent. En particulier, Klemm et ses collaborateurs (2) ont trouvé des susceptibilités magnétiques voisines pour S_3Ce_2 et S_2Ce.

La méthode de préparation indiquée par Biltz (8), par action de l'hydrogène sulfuré sur le sulfate céreux à 600° C, ne conduit pas à un produit exempt d'oxygène. Nous avons utilisé le chauffage de $S_3Ce_2\gamma$ avec un excès de soufre

sec, à 600°C en tube scellé suivant le mode opératoire que nous avons indiqué pour S_2Y (9).

Composition	S %.	Ce %.
Trouvée	31,55	69,06
Théorique	31,40	68,60

C'est un produit noir. Son spectre de poudre s'interprète dans le système cubique, avec $a = 8,12$ Å « vrais », et 8 mol par maille. Ce type de structure n'est pas connu. La densité calculée est de 5,07 g/cm³, tandis que l'on trouve expérimentalement $d_4^0 = 4,96$.

La susceptibilité magnétique rapportée à un atome-g du métal s'élève à $\chi_a = 2290.10^{-6}$ C. G. S. à la température ordinaire, très légèrement supérieure à celles des sulfures S_3Ce_2.

La fusion instantanée dans le vide sur creuset de graphite s'observe à 1700° C sans carburation, mais avec dissociation en S_3Ce_2 et soufre.

Ces divers sulfures de cérium s'oxydent à l'air à partir de 500° C, en O_2Ce et sulfate. Le permanganate de potassium en solution aqueuse diluée est sans action à froid. L'iode N/10 agit très faiblement. L'eau oxygénée conduit au sulfate.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) MUTHMAN et STUTZEL, *Ber.*, 32, 1899, p. 3413.
(2) KLEMM, MEISEL et VOGEL, *Z. Anorg. Chem.*, 190, 1930, p. 123 et 144.
(3) *Ann. Chim. Phys.*, (8), 2, 1904, p. 193.
(4) *Bull. Soc. Chim.*, (4), 49, 1931, p. 703.
(5) EASTMAN, BREWER, BROMLEY, GILLES et LOFGREN, *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 2248; 73, 1951, p. 3896.
(6) *Acta Cryst.*, 2, 1949, p. 57.
(7) BANKS, STRIPP, NEWKIRK et WARD, *J. Amer. Chem. Soc.*, 74, 1952, p. 2450.
(8) *Ber. deuts. Chem. Gesell.*, 41, 1908, p. 3341.
(9) J. FLAHAUT et M. GUITTARD, *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 1210.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la stabilisation du sesquioxyde de fer cubique.*

Note (*) de MM. **André Michel** et **Marcel Lensen**, présentée par M. Georges Chaudron.

On sait (1) que le sesquioxyde cubique de fer (γFe_2O_3) est un composé instable qui se transforme irréversiblement à basse température (350°) en la forme rhomboédrique (αFe_2O_3). L'origine de cette instabilité réside dans la structure lacunaire du sesquioxyde cubique. Il est bien établi depuis les travaux de Hägg que l'oxydation de la magnétite qui conduit à la forme γ du sesquioxyde se fait par le mécanisme :

$$3Fe^{2+} \rightarrow 2Fe^{3+} + \underset{\text{lacune}}{\square}$$

sans que le réseau cubique à faces centrées que forme l'oxygène dans la magnétite ne soit modifié; certains sites cristallographiques occupés par le fer dans Fe_3O_4 ne le sont plus dans γFe_2O_3 : ce fait entraîne une contraction de l'arête du cube de 8,41 à 8,32.

La stabilité thermique du sesquioxyde cubique est, on le sait (2), fortement accrue par mise en solution solide de divers composés. L'oxydation d'échantillons de magnétite où certains ions ferreux ont été substitués par des ions alcalins (Na^+ par exemple) suivant le schéma.

$$2\,Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + Na^+$$

conduit à des sesquioxydes « stabilisés » qui ne se détruisent plus qu'au-delà de 700°. Cette stabilisation peut être attribuée au fait qu'il apparaît beaucoup moins de lacunes au moment de l'oxydation de la magnétite, puisque la teneur de celle-ci en Fe^{2+} est diminuée par le jeu de la solution solide.

Une explication analogue s'applique au cas d'ions divalents comme Mg^{2+}, qui, dans la magnétite, se sont substitués aux ions F^{2+}.

Nous avons également établi (3), (4) que l'aluminium se substituant au fer ferrique dans la magnétite, conduisait à des sesquioxydes stabilisés bien que le nombre de lacunes apparaissant lors de l'oxydation soit le même que dans le cas de γFe_2O_3 pur. Nous attribuons cette stabilisation au fait que Al^{3+}, qui est plus petit que Fe^{2+} (0,57 au lieu de 0,65), provoque une contraction de la maille (de 8,32 à 8,20). Cette explication se trouve confirmée par le fait que l'ion Cr^{3+}, dont le noyau ionique (0,69) est supérieur à celui de Fe^{3+}, est incapable de jouer le même rôle.

Les ions tétravalents (Ti) qui se substituent dans la magnétite par le mécanisme :

$$2\,Fe^{3+} \rightarrow Ti^{4+} + Fe^{2+}$$

et augmenteraient le nombre de lacunes au moment du passage du sesquioxyde cubique, ne peuvent, comme nous l'avons établi (4) agir comme stabilisant.

Cette interprétation de la stabilisation de sesquioxyde cubique semble pouvoir être généralisée au cas de l'alumine cubique (γAl_2O_3). On sait déjà d'ailleurs (4) que la substitution des ions Al^{3+} par des ions Fe^{3+} de plus gros rayon, abaisse la température de la transformation de la forme γ.

Nous cherchons actuellement à confirmer cette interprétation par une étude systématique de la stabilisation de γAl_2O_3.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) J. Huggett et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1617; Huggett, *Thèse*, Paris, 1928; *Ann. Chim.*, [10], 11, 1929, p. 447.

(2) A. Michel et G. Chaudron, *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 1191; Michel, *Thèse*, Paris, 1937; *Ann. Chim.* [11], 8, 1937, p. 317.

(3) E. Pouillard et A. Michel, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 680; Michel et Pouillard, *Bull. Soc. Chim. Fr.*, [5], 16, 1949, p, 152 et D 128.

(4) Pouillard, *Thèse*, Lille, 1949; *Ann. Chim.*, [12], 5, 1950, p. 164.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du dimagnésien de l'acétylène sur les dérivés halogénés du tétrahydropyranne et du tétrahydrofuranne.* Note de MM. **Olivier Riobé** et **Lucien Gouin**, présentée par M. Marcel Delépine.

Le dimagnésien de l'acétylène, réagissant sur les dérivés halogénés du tétrahydropyranne et du tétrahydrofuranne, conduit aux ditétrahydropyrannyl (ou furannyl) acétylènes. La liaison acétylénique peut être catalytiquement hydrogénée et hydratée.

L'action des dérivés organomagnésiens de toute série sur le chloro-2 tétrahydropyranne, le dichloro-2.3 tétrahydropyranne et le dichloro-2.3 tétrahydrofuranne est une condensation maintenant classique ([1]). L'ouverture du cycle oxygéné des composés obtenus, spécialement par action de l'acide bromhydrique ou d'un métal alcalin, permet en définitive de synthétiser de nombreux polyalcools.

Sur les dérivés des deux types

```
(H2C)n——CH2          H2C———(CH2)n          (H2C)n——CHCl        ClHC—(CH2)n
  |       |            |       |              |       |             |      |
 H2C—O—CH—(CH2)m—CH—O—CH2                    H2C—O—CH—(CH2)m—CH—O—CH2
              (I)                                          (II)
```

$n = 1$ ou 2.

l'action de l'acide bromhydrique ou du sodium doit conduire par des mécanismes analogues à des polyols plus variés. La synthèse de ces composés (I) et (II) résulte, en théorie, de l'action des dimagnésiens saturés sur les dérivés mono et dichlorés du tétrahydrofuranne et du tétrahydropyranne. Désirant préparer ces composés pour $m = 2$, et ne pouvant utiliser le dérivé dimagnésien du dibromoéthane, nous nous sommes adressés au dimagnésien de l'acétylène préparé par la méthode de G. Dupont ([2]) et employé toujours en excès dans les réactions. Les condensats symétriques seront alors hydrogénés catalytiquement.

— Action sur le chloro-2 tétrahydropyranne ([3]) : *ditétrahydropyrannyl*-2.2′ *acétylène* (ou *diépoxy*-1.5, 8.12 *dodécyne*-6) (III) : $C_{12}H_{18}O_2$: $É_{18}$ 158-160° ; d_4^{21} 1,034 ; n_D^{21} 1,4935 ; C %, trouvé 74,05, calculé 74,23 ; H %, trouvé 9,60, calculé 9,28.

— Action sur le dichloro-2.3 tétrahydropyranne ([4]) : *bis* (*dichloro*-3-3′) *tétrahydropyrannyl*-2.2′ *acétylène* (ou *diépoxy*-1.5, 8.12 *dichloro*-4.9 *dodécyne*-6) (IV) : $C_{12}H_{16}O_2Cl_2$: $É_4$ 170° ; $d_4^{17,5}$ 1,243 ; $n_D^{17,5}$ 1,5235 ; Cl %, trouvé 26,50, calculé 27,00.

— Action sur le dichloro-2.3 tétrahydrofuranne ([5]) : *bis* (*dichloro*-3.3′) *tétrahydrofurannyl*-2.2′ *acétylène* (ou *diépoxy*-1.4, 7.10 *dichloro*-3.8 *décyne*-5) (V) : $C_{10}H_{12}O_2Cl_2$: $É_{18}$ 187° ; F 80° ; Cl %, trouvé 29,45, calculé 30,21.

Dans les produits de tête de la distillation des condensats, on isole des dérivés acétyléniques vrais, qui seront décrits ultérieurement.

Tous ces composés présentent les réactions de la liaison acétylénique. En particulier, le diépoxy-1.5, 8.12 dodécyne-6 chauffé longuement avec l'eau en présence de sulfate mercurique, conduit à la *diépoxy*-1.5, 8.12 *dodécanone*-6 : $C_{12}H_{20}O_3$: $É_{27}$ 174°; $d_4^{25,5}$ 1,055; $n_D^{25,5}$ 1,4760; C % trouvé 67,25, calculé 67,92; H % trouvé 9,30, calculé 9,43, dont la *dinitro*-2.4 *phénylhydrazone* fond à 131°, N % trouvé 13,80, calculé 14,29 pour $C_{18}H_{24}O_6N_4$.

Les composés acétyléniques symétriques, halogénés ou non, sont hydrogénés catalytiquement sur Nickel de Raney.

— Hydrogénat de (III) : *Diépoxy*-1.5, 8.12 *dodécane* ; $C_{12}H_{22}O_2$: $É_{769}$ 263°; d_4^{19} 0,980; n_D^{19} 1,4711; C %, trouvé 72,15, calculé 72,73; H %, trouvé 10,90, calculé 11,11.

— Hydrogénat de (IV) : *Diépoxy*-1.5, 8.12 *dichloro*-4.9 *dodécane*; $C_{12}H_{20}O_2Cl_2$: F 135°; Cl %, trouvé 26,15, calculé 26,59.

— Hydrogénat de (V) : *Diépoxy*-1.4, 7.10 *dichloro*-3.8 *décane* ; $C_{10}H_{16}O_2Cl_2$: $É_{24}$ 180°; d_4^{24} 1,220; n_D^{24} 1,4960; Cl %, trouvé 29,40, calculé 29,71.

En fixant sur (III) une seule molécule d'hydrogène, nous avons préparé le *diépoxy*-1.5, 8.12 *dodécène*-6 : $C_{12}H_{20}O_2$ $É_{20}$: 144°; $d_4^{21,5}$ 0,992; $n_D^{21,5}$ 1,4820; C %, trouvé 72,95, calculé 73,47; H %, trouvé 10,10, calculé 10,21, dont le dérivé *dibromé* $C_{12}H_{20}O_2Br_2$ fond à 122°, Br %, trouvé 43,85, calculé 44,94.

(1) Travaux de R. Paul, H. Normant, O. Riobé et leurs collaborateurs.
(2) *Ann. Chim. et Phys.*, 8e série, 30, 1913, p. 490.
(3) M. LAMANT, *Bull. Soc. Chim.*, 20, 1953, p. 920.
(4) R. PAUL, *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 122.
(5) H. NORMANT, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 185.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction d'addition de Michael entre aldéhydes α-éthyléniques et cétones saturées*. Note de MM. **JEAN COLONGE**, **JACQUES DREUX** et **MICHEL THIERS**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les cétones aliphatiques saturées s'additionnent sur l'acroléine et sur l'aldéhyde crotonique pour donner des cyclohexènones par l'intermédiaire de δ-cétoaldéhydes.

La réaction de Michael entre *cétones α-éthyléniques* et cétones saturées a déjà fait l'objet d'un certain nombre de travaux; nous avons montré (1) qu'il se fait des δ-dicétones pouvant se cycliser en β-cétols ou en leurs produits de déshydratation, des cyclohexènones. Il était intéressant d'appliquer ce type de condensation entre *aldéhydes* α-éthyléniques et cétones saturées. Or, si l'on excepte les résultats de Meerwein (2) concernant l'addition de la désoxybenzoïne sur la liaison éthylénique de certains aldéhydes, on constate que seule la

réaction de cétolisation a été observée entre aldéhydes α-éthyléniques et cétones saturées aliphatiques ou cyclaniques.

Nous avons donc entrepris une étude générale sur la réaction d'addition et nous avons constaté qu'il était possible, selon les conditions expérimentales, d'obtenir soit les δ-cétoaldéhydes (I), soit les cyclohexènones (II) :

$$CH_3{-}CO{-}C(R, R'){-}H + R''{-}CH{=}CH{-}CHO \rightarrow CH_3{-}CO{-}C(R, R'){-}CH(R''){-}CH_2{-}CHO \quad \text{(I)}$$

```
         R   R'                               R   R'
          \ /                                  \ /
           C                                    C
         /   \                                /   \
R''—HC         CO                    R''—HC         CO
    |          |        →  H2O +         |          |
  H2C          CH3                     H2C          CH
     \                                    \        //
       CHO                                  CH
       (I)                                  (II)
```

Cette Note concerne uniquement l'obtention de cyclohexénones qui se préparent en faisant tomber, goutte à goutte, l'aldéhyde α-éthylénique (0,5 mole) dans la cétone (4 moles) aliphatique saturée, additionnée de 10 à 15 cm³ de potasse méthylique 2 N, la température montant librement jusqu'à 50-60°; on neutralise et rectifie. Les rendements sont assez faibles (20 à 40 %).

Méthyl-1 cyclohexène-3 one-2 $C_7H_{10}O$ ($R=CH_3$; $R'=R''=H$). — A partir de l'acroléine et de la méthyléthylcétone; Rdt 40 %. Liquide, $É_{18}$ 90-94°; par hydrogénation catalytique conduit à la méthyl-1 cyclohexanone-2 dont la *semicarbazone* F 197°, en accord avec les données antérieures.

Diméthyl-1,2 cyclohexène-4 one-3 $C_8H_{12}O$ ($R=CH_3$; $R'=H$; $R''=CH_3$).— A partir de l'aldéhyde crotonique et de la méthyléthylcétone; Rdt 35 %. Régénérée de sa semi-carbazone liquide $É_{18}$ 85°; d_4^{21} 0,907; n_D^{21} 1,5242; *semicarbazone* F 208°; l'hydrogénation catalytique de la cétone éthylénique conduit à la *diméthyl-1,2 cyclohexanone-3* dont la *semicarbazone* F 204°; l'hydrogénation par le sodium et l'eau fournit le *diméthyl-1,2 cyclohexanol-3* dont l'*α-naphtyluréthanne* F 140°, en accord avec Farmer et Sutton ([3]).

D'autre part, l'alcool secondaire déshydraté fournit un diméthylcyclohexène qui, par déshydrogénation donne de l'*o*-xylène caractérisé par oxydation en acide *o*-phtalique. La constitution de la diméthylcyclohexénone est donc confirmée.

Éthyl-1 cyclohexène-3 one-2 $C_8H_{12}O$ ($R=C_2H_5$; $R'=R''=H$). — A partir de l'acroléine et de la méthylpropylcétone; Rdt 20 %; liquide, $É_{15}$ 80-85°; *dinitrophénylhydrazone* F 150°. Par hydrogénation catalytique donne l'*éthyl-1 cyclohexanone-2* dont la *semicarbazone* F 161°, en accord avec Vavon et Mitchovitch ([4]).

Méthyl-1 éthyl-2 cyclohexène-4 one-3 $C_9H_{14}O$ ($R=C_2H_5$; $R'=H$; $R''=CH_3$). — A partir de l'aldéhyde crotonique et de la méthylpropylcétone; Rdt 30 %.

Liquide, $É_{15}$ 95-98°; *dinitrophénylhydrazone* F 120°; par hydrogénation catatytique donne la *méthyl-1 éthyl-2 cyclohexanone-3* $É_{24}$ 106°.

Diméthyl-1.1 cyclohexène-3 one-2 $C_8H_{12}O$ ($R = R' = CH_3$; $R'' = H$). — A partir de l'acroléine et de la méthylisopropylcétone; Rdt 12 %. Liquide, $É_{20}$ 85-90°; *dinitrophénylhydrazone* F 172°, en accord avec Ramirez et Kirby (5). L'hydrogénation catalytique fournit la *diméthyl-1.1 cyclohexanone-2* dont la *semicarbazone* F 195°, en accord avec Haller et Cornubert (6).

Triméthyl-1.2.2 cyclohexène-4 one-3 $C_9H_{14}O$ ($R = R' = R'' = CH_3$). — A partir de l'aldéhyde crotonique et de la méthylisopropylcétone; Rdt 22 %; liquide, $É_{15}$ 90-95°; *semicarbazone* F 171°; par hydrogénation catalytique conduit à la *triméthyl-1.2.2 cyclohexanone-3* dont la *semicarbazone* F 211° alors que Chakravarti (7) indique F 214°.

Dans une prochaine publication nous décrirons la formation de δ-cétoaldéhydes entre aldéhydes α-éthyléniques et cétones saturées aliphatiques ou cyclaniques.

(1) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 1504; et 238, 1954, p. 693; *Bull. Soc. Chim.*; 1955, p. 250.
(2) *Journ. prakt. Chem.*, 97, 1918, p. 225; *Ber. deuts. Chem. Gesell.*, 53, 1920, p. 1829.
(3) *Chem. Soc.*, 1946, p. 10.
(4) *Bull. Soc. Chim.*, 45, 1929, p. 963.
(5) *J. Amer. Chem. Soc.*, 74, 1952, p. 4333.
(6) *Bull. Soc. Chim.*, 41, 1927, p. 376.
(7) *Chem. Soc.*, 1947, p. 1567.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur l'intervalle de temps entre les éruptions chromosphériques et les perturbations géomagnétiques.* Note (*) de M. **Osman Sipahioglu**, présentée par M. Charles Maurain.

Une discussion des travaux consacrés aux relations entre l'activité solaire et les perturbations géomagnétiques nous a conduit à penser que la voie la plus sûre était, aujourd'hui encore, d'appliquer le procédé des époques superposées à des cas choisis pour une détermination précise de l'heure. Les documents répondant le mieux sont les Tables de S. F. E. (Solar flare effects) certains, de S. S. C. (Storm sudden commencements) et de S. I. (Sudden impulses) publiées sans interruption depuis 1949, dans les *Bulletins de l'Association Internationale de Magnétisme* (1). On y classe les S. F. E. en trois groupes : certains, douteux et rejetés; on indique pour tous les cas les noms des observatoires qui les ont pris pour certains et pour douteux; de même pour les S. S. C. et les S. I.

Nous ne nous sommes guère préoccupé des S. F. E. douteux, et jamais des S. F. E. rejetés. Pour quelques-uns des 8 S. F. E. de l'année 1954 on a signalé dans le *Bulletin I. A. G. A.*, n° 12*i*, la possibilité qu'ils soient douteux. Mais parmi les 10 S. C. correspondants à ces S.F.E. aucun n'est tombé dans les inter-

valles offrant un intérêt spécial pour notre résultat final. En outre, nous avons retenu, à la suite d'une vérification faite sur les magnétogrammes de l'Observatoire de Chambon-la-Forêt, 31 S. F. E. parmi 32 enregistrés à Witteveen pendant la période 1939-1949, et considérés par cet Observatoire comme remarquables. Nous avons cherché ensuite, dans les Tables citées et sur les enregistrements des observatoires de Chambon-la-Forêt et d'Istanbul-Kandilli tous les S. S. C. et les S. I. qui tombent dans les cinq premiers jours à partir du début de chaque S. F. E. Quelques-uns de ces débuts brusques (S. C.) étaient considérés par certains observatoires comme douteux. Nous les avons tous contrôlés à l'aide des magnétogrammes cités; nous avons apporté un soin encore plus grand au choix des S. I., car leur identification, plus que celle des autres phénomènes, est susceptible d'être entachée d'erreurs. Ajoutons que le nombre des observatoires annonçant ces cas comme certains tombe exceptionnellement (pour 5 S. S. C. et 8 S. I.) au-dessous de 16 pour les S. S. C. et 8 pour les S. I. Bref, nous avons tout fait pour obtenir des cas exempts de doute. Ceux qui ont été retenus pour la période 1939-1954 comprennent 216 S. F. E., 64 S. S. C. et 67 S. I. distincts. On nous reprochera peut-être la faiblesse de ces nombres. Mais il nous a paru plus important de ne retenir que des cas vraiment dignes de confiance. Le nombre de cas envisagés dans les travaux antérieurs les plus consciencieux est à peu près du même ordre de grandeur.

Après quelques essais préalables, nous avons choisi, pour étudier notre distribution, des intervalles de 5 h à partir du début des S. F. E.; quatre cas sont tombés aux bornes d'intervalles ne présentant aucun intérêt pour le résultat final. Le tableau I résume la distribution obtenue : Considérons d'abord les nombres correspondant au total S. S. C. + S. I. La moyenne des fréquences f est $f_0 = 8,5$ et l'écart-type $E_T = \sqrt{\Sigma(f - f_0)^2/n}$ autour de cette moyenne est 3,1. On voit que la valeur de f correspondant à l'intervalle 25-20 h s'écarte de f_0 de 2,7 fois E_T, et que le rapport $(f - f_0)/E_T$ reste pour les autres intervalles au-dessous de 1,1.

TABLEAU I.

Heures..	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
S. S. C...	4	7	1	2	5	6	5	6	8	4	4	6	7	3	5	3	2	4	2	6	0	4	5	9		(64 cas)
S. I......	0	0	6	6	7	11	3	4	3	0	6	2	5	7	3	4	7	2	1	5	5	1	5	2		(67 cas)
SSC+SI.	4	7	7	8	12	17	8	10	11	4	10	8	12	10	8	7	9	6	3	11	5	5	10	11		(131 cas)

Ce résultat à première vue semble montrer que la valeur déjà trouvée pour le retard de phénomènes terrestres sur les éruptions chromosphériques ([2]) par C. E. Hale et ses successeurs est proche de la réalité, toutes réserves étant faites sur la précision avec laquelle ce retard peut être déterminé. Mais si l'on considère séparément les fréquences des S. S. C. et des S. I. on constate que les choses se passent tout à fait différemment dans les deux cas :

Pour les S. I., f_0 et E_T sont, respectivement, 4,0 et 2,7. La valeur de f

relative à 25-30 h s'écarte de f_0 de 2,6 fois E_T; c'est-à-dire presque autant de fois que celle concernant le total S. S. C. + S. I. relativement au même intervalle. Le rapport $(f-f_0)/E_T$ ne s'élève qu'à la valeur 1,1 seulement pour trois intervalles 20-25 h; 65-70 et 80-85 h. Et d'après les indications des *Bulletins* et nos constatations, 4, 4, et 7 cas parmi les 7 cas qui tombent dans chacun de ces intervalles sont des cas faibles, tandis que parmi les 11 cas de 25-30 h, 4 seulement le sont. Ainsi, le maximum qui apparaît dans l'intervalle 25-30 h est incontestable. Il est important de remarquer, d'autre part, qu'on ne trouve aucun cas entre le début des S. F. E. et les dix premières heures suivantes, et que le nombre des cas croît régulièrement jusqu'au maximum.

Les fréquences des S. S. C. se distribuent tout autrement : $f_0 = 4{,}9$; $E_T = 2{,}2$. La valeur de f relative à 25-30 h s'écarte de f_0 d'à peine 0,5 fois l'écart type. Le rapport $(f-f_0)/E_T$ peut atteindre 1,4 et 1,8 pour les intervalles 40 — 45 h et 115-120 h. On voit que pour ces fréquences, il n'est pas question d'un maximum à proprement parler, mais plutôt d'un bombement centré entre 40-45 h. On le voit mieux en lissant d'après la formule $(1/4)\,(u_{n-1} + 2u_n + u_{n+1})$; bien que le résultat soit encore irrégulier, surtout au début et à la fin, on trouve en effet :

$$u_{n-1} + 2u_n + u_{n+1} = 19,\ 11,\ 10,\ 18,\ 22,\ 22,\ 25,\ 26,\ 20,\ 18,\ 23,\ 18,\ 16,\ 13,\ 11,\ 12,\ 14,\ 18,\ 10,\ 13,\ 23.$$

La même transformation faite sur les fréquences des S. I. donne :

$$u_{n-1} + 2u_n + u_{N+1} = 6,\ 18,\ 25,\ 31,\ 32,\ 21,\ 14,\ 10,\ 9,\ 14,\ 15,\ 19,\ 22,\ 17,\ 18,\ 20,\ 12,\ 9,\ 16,\ 16,\ 12,\ 13.$$

Le tableau II préparé en choisissant 86 cas de phénomènes particulièrement nets montre encore plus clairement ce que nous venons de dire.

Tableau II.

res..	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
. C...	4	6	1	2	4	6	5	6	6	2	4	6	6	2	4	3	2	3	2	5	0	2	5	7	(52 cas)
......	0	0	1	3	3	7	2	4	2	0	3	2	2	3	2	3	0	1	0	3	4	1	4	1	(34 cas)

Ainsi il importe de distinguer, dans l'association d'une perturbation magnétique à un S. F. E. qui la précède, le cas où elle se manifeste par un orage et celui où elle se manifeste par une impulsion isolée (S. I.). Dans le premier cas on voit que la corrélation éruption-orage est très floue comme un certain nombre d'observations antérieures le laissait soupçonner. Dans le second cas nous pensons avoir apporté un élément nouveau en montrant que l'intervalle de temps entre le S. F. E. et le S. I. qui le suit peut être défini avec une précision beaucoup plus grande, un maximum net se présentant entre les heures 25 et 30.

(*) Séance du 22 octobre 1956.

(1) *I. A. T. M. E. Bull.*, 12 *c*, 12 *e*, 12 *f*, 12 *g*, 12 *h* et *I. A. G. A. Bull.*, 12 *i*.

(2a) *Astrophys. J.*, 73, 1931, p. 379.

(2b) Ch. Maurain, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1182; *4e rapport de la Commission pour l'étude des relations entre les phénomènes solaires et terrestres*, 1936, p. 74.

(2c) J. Coulomb, *Transactions of Washington Meeting*, Bull. n° 11, 1936, p. 391.

(2d) H. W. Newton, *M. N.*, 103, 1943, p. 244; 104, 1944, p. 4.

(2e) C. W. Allen, *M. N.*, 104, 1944, p. 12.

(2f) M. Burgaud, *Observatoire de Zi-Ka-Wei*, 11, 1947, p. 47.

(2g) H. W. Newton et Wm Jackson, 7e rapport, 1951, p. 107.

OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Au sujet du facteur de polarisation du résidu sous-marin de lumière du jour, sur la côte Ouest de la Corse.* Note (*) de M. **Alexandre Ivanoff**, présentée par M. Jean Cabannes.

Dans les eaux corses, le facteur de polarisation du résidu sous-marin de lumière du jour atteint 60 %, par ciel pur, et à faible profondeur.

Les résultats qui suivent ont été établis sur la côte Ouest de la Corse, entre Calvi et Porto, à l'aide d'un polariscope de Savart manié en scaphandre autonome, suivant une méthode photographique déjà utilisée antérieurement dans la rade de Villefranche (1), (2) et à Roscoff (3). Quatre séries de mesures ont été faites :

1° A l'îlot Palazzo, le 11 septembre 1956 à 11 h, par ciel légèrement couvert se découvrant complètement durant la plongée :

	ρ (4).
à 10 m de profondeur, à l'horizontale dans une direction normale à celle du Soleil	0,18
à 20 m de profondeur, à l'horizontale dans une direction normale à celle du Soleil	0,34

2° Au Cap Palazzo, le 12 septembre 1956 à 11 h 30 ($i = 48°$, $i' = 34°$) par ciel bleu ($\rho = 0,42$ à l'horizon dos au Soleil, $\rho \# 0,8$ à 45° de l'horizon dos au Soleil) :

	ρ.
à 5 m de profondeur, à l'horizontale dos au Soleil	0,60
à 10 m » » »	0,50
à 15 m » » »	0,52
à 20 m » » »	0,48

3° Au cap Revelleta, le 16 septembre 1056 à 11 h 30 ($i = 48°$, $i' = 34°$), par ciel bleu ($\rho \# 0,35$ à l'horizon dos au Soleil, $\rho \# 0,85$ à 45° de l'horizon dos au Soleil, $\rho \# 0,2$ au zénith) :

	ρ.
à 5 m de profondeur, à la verticale vers le haut	0,10
à 10 m » » »	0,06
à 15 m » » »	0,06
à 20 m » » »	0,06

4° Au large de Calvi, le 16 septembre 1956 à 16 h 30 ($i = 68°$, $i' = 44°$), par ciel bleu, à 15 m de profondeur :

	ρ.
à la verticale vers le haut	0,38
à 45° vers le haut, face au Soleil	0,07
à l'horizontale, face au Soleil	0,09
à 45° vers le bas, face au Soleil	0,60
à la verticale vers le bas	0,21
à 45° vers le bas, dos au Soleil	<0,03
à l'horizontale, dos au Soleil	0,20
à 45° vers le haut, dos au Soleil	0,24

Pour toutes ces mesures, faites dans un plan vertical passant par l'observateur et par le Soleil, le champ électrique prédominant est horizontal, en accord avec les résultats obtenus à Villefranche et à Roscoff.

De ces mesures il semble que l'on puisse tirer les conclusions suivantes :

1° En accord avec les résultats obtenus antérieurement à Roscoff ([3]), le facteur de polarisation du résidu sous-marin de lumière du jour passe par un maximum dans les directions normales à la direction apparente du Soleil dans la mer (4e série de mesures), et au contraire par un minimum dans la direction du Soleil ou de son opposé.

2° Dans les eaux très limpides de la Corse ([5]), l'influence de la polarisation du ciel semble être notable même à 20 m de profondeur. Ainsi dans la première série de mesures, ρ est presque deux fois plus grand à 20 m qu'à 10 m de profondeur, le ciel s'étant découvert entre temps. Par ailleurs le facteur de polarisation sous-marine dans la direction du zénith est beaucoup plus grand dans la quatrième que dans la troisième série de mesures, le Soleil étant plus bas sur l'horizon, ce qui augmente la polarisation de la partie zénithale de la voûte céleste. Il semblerait, d'après la deuxième et la troisième série de mesures, que si l'influence de la polarisation du ciel s'atténue assez rapidement entre la surface et une profondeur de l'ordre de 10 m, elle ne s'atténue que très lentement aux profondeurs plus grandes.

3° Tandis qu'à Villefranche et à Roscoff le facteur de polarisation sous-marine ne semble guère dépasser 30 à 35 % (par ciel bleu et à faible profondeur) ([1]), ([2]), ([3]), en Corse il atteint 60 % (2e et 4e séries de mesures). Mais il est probable que cette augmentation du facteur de polarisation sous-marine est due tout au moins en partie à une augmentation de la polarisation du ciel, et à une plus forte influence de cette dernière. Il serait indispensable de faire en Corse des mesures par ciel couvert, ou à grande profondeur.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) A. Ivanoff, *Comptes rendus*, **241**, 1955, p. 1809.

(2) A. Ivanoff, *Annal. Géophys.*, **12**, 1956, p. 45.

(3) A. Ivanoff, *Comptes rendus* (sous presse).

(4) Nous appelons facteur de polarisation ρ le rapport I_p/I de l'intensité de la lumière polarisée à l'intensité totale. Nous appelons i et i' les angles d'incidence et de réfraction correspondant aux rayons solaires directs.

(5) A. Ivanoff, *Comptes rendus*, **243**, 1956, p. 1345.

OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Résultats des premiers travaux français effectués avec un mesureur électrique de courant à électrodes remorquées.* Note (*) de M. **Jean Martin**, présentée par M. Donatien Cot.

Un mesureur électrique de courant à électrodes remorquées a été réalisé pour la première fois en France. Il a d'abord été essayé en comparant ses résultats avec ceux obtenus par la mesure directe des courants, puis a été utilisé à faire des mesures dans l'océan Indien et l'océan Austral. Lorsque la ligne des électrodes n'est pas horizontale on reçoit un signal parasite facile à calculer dont il est nécessaire de tenir compte.

La méthode électrique de mesure des courants marins au moyen d'électrodes remorquées a été mise au point et vulgarisée par von Arx (1). Plus récemment les aspects théoriques de la méthode ont été développés par Longuet-Higgins, Stern et Stommel (2).

Principe. — Un bateau remorque au voisinage de la surface de l'eau un câble à deux conducteurs de 200 m de long. A 100 et à 200 m du bateau sont fixées sur le câble et reliées à chaque conducteur par des épissures étanches deux électrodes impolarisables Ag/AgCl. On mesure, au moyen d'un potentiomètre automatique enregistreur, la différence de potentiel existant entre les extrémités du câble. Lorsque la ligne des électrodes est horizontale cette différence de potentiel est indépendante de la vitesse du bateau et directement proportionnelle à la composante de vitesse du courant marin perpendiculaire au cap suivi par le bateau d'une part et à la composante verticale du champ magnétique terrestre H_z d'autre part.

Erreur d'enfoncement. — Lorsque la ligne des électrodes n'est pas horizontale et que l'électrode arrière est plus enfoncée que l'électrode avant, ce qui est le cas général, au signal utile défini ci-dessus se superpose un signal parasite constituant l'erreur d'enfoncement. Nous avons établi que l'erreur d'enfoncement e est donnée par la formule

$$e(\mathrm{mV}) = 0{,}0515\, H_x h V_{e0},$$

H_x, composante horizontale du champ magnétique terrestre en gauss;
h, différence d'enfoncement des deux électrodes, en mètres;
V_{e0}, composante suivant la direction Est-Ouest magnétique de la vitesse; relative V du bateau, en nœuds.

Cette erreur d'enfoncement est indépendante du courant marin. Son sens est donné par la règle suivante : si l'on fait route vers l'Est magnétique, le fil provenant de l'électrode arrière devient positif, et inversement.

L'enfoncement h ne pouvant être mesuré directement, l'erreur d'enfoncement, qui avait été négligée dans les travaux antérieurs, ne peut se déterminer que de deux façons, soit qu'on ait mesuré par une autre méthode les courants rencontrés pendant un enregistrement du courantomètre, soit que ces courants ne donnent lieu à aucun signal, cas qui se présente à l'équateur magnétique où $H_z = 0$. L'erreur d'enfoncement ayant été ainsi déterminée, on en déduit immédiatement la valeur de l'enfoncement h mètres.

Réalisation. — En nous basant sur les travaux cités nous avons réalisé un courantomètre à électrodes remorquées qui, après avoir effectué des essais devant Cherbourg à bord du bâtiment hydrographe *I. H. Nicolas* a été installé sur le *Norsel*, navire transportant en Terre Adélie la première expédition française antarctique de l'Année Géophysique.

Essais. — Au cours des essais de Cherbourg la composante de courant perpendiculaire à la direction du cap suivi était déterminée directement par la dérive du bateau, mesurée avec précision grâce au système de navigation Decca.

Attribuant un signe aux composantes du courant comme aux tensions enregistrées, on a trouvé la relation linéaire suivante entre la vitesse de la composante transversale exprimée en nœuds et la d. d. p. totale enregistrée par le mesureur de courant en millivolts : nœuds = (mV — 0,38)/1,0905. La quantité 0,38 mV représente l'erreur d'enfoncement et correspond à un enfoncement h de 7,65 m pour les conditions de l'expérience (densité du câble remorqué 1,62, vitesse 6,6 nœuds).

La relation théorique entre les nœuds et les millivolts, abstraction faite de l'erreur d'enfoncement, est : nœuds = k mV/5,15 H_z, H_z étant égal à 0,424 gauss pour la région où les essais ont été effectués, cette relation devient : nœuds = k mV/2,1836, d'où il résulte pour k la valeur 2,1836/1,0905 = 2,002, en accord avec la valeur donnée par von Arx pour des conditions analogues. (La valeur de k dépend de l'épaisseur de la couche superficielle entraînée par le courant, de la profondeur totale et de la conductibilité du fond de la mer.)

Les essais de Cherbourg ont donc montré expérimentalement qu'il fallait tenir compte de l'erreur d'enfoncement et que, compte tenu de cette erreur, et en admettant un coefficient k constant, la concordance entre les mesures de courant par la dérive du bateau (Decca) et par le mesureur électrique de courant était excellente, l'écart quadratique moyen entre les deux séries de mesures étant inférieur à 7/100e de nœud.

Passage de l'équateur magnétique. — Au cours de la traversée du *Norsel*

des mesures spécialement effectuées au passage de l'équateur magnétique ont permis de déterminer avec précision l'erreur d'enfoncement. L'enfoncement h a été trouvé égal en moyenne à 3,70 m (à ± 10 cm près) pour les conditions de l'expérience (densité du câble remorqué environ 1,2, vitesse 10 nœuds).

Pratique des mesures. — Pour obtenir une détermination complète de courant il est nécessaire de déterminer deux composantes, c'est-à-dire de suivre une route en créneaux, chaque segment parcouru fournissant la composante de courant qui lui est perpendiculaire. Pour un courant de surface en plein océan, la valeur du coefficient k figurant dans la relation théorique est égale à 1.

Si l'on détermine ainsi le vecteur courant sans tenir compte de l'erreur d'enfoncement, on obtient un courant qui est la somme géométrique du courant existant réellement et d'un courant fictif (toujours dirigé vers le Nord magnétique pour des mesures faites dans l'hémisphère magnétique Sud) facile à déterminer si l'on connaît l'enfoncement h. La correction d'enfoncement se fait donc simplement.

Résultats. — Nous avons obtenu plus de 100 déterminations complètes de courant dans l'océan Indien et dans l'océan Austral. Les structures fines trouvées s'intègrent dans le schéma général des courants déjà connu. Ainsi par exemple on constate que le courant Équatorial Sud est nettement marqué, aussi bien à l'aller qu'au retour.

Au retour (fin février) le contre-courant équatorial est très nettement marqué et ses limites se trouvent en accord avec celles portées sur les cartes les plus récentes.

A l'aller (mi-novembre) un courant portant à l'Est a été rencontré au Nord des Seychelles et en une journée on est entré dans le courant Équatorial Sud dont le maximum (1,6 nœud) est constaté au Nord.

Au Sud du 17e parallèle Sud le régime de courant devient beaucoup plus variable, dans la zone de transition entre le courant Équatorial Sud et celui de la zone des vents d'Ouest.

Dans la partie orientale de la grande baie australienne on retrouve le tourbillon de courant habituellement porté sur les cartes.

Remarque. — Certaines corrélations ont pu être mises en évidence entre la température superficielle de la mer et la direction des courants mesurés. En particulier on a trouvé que le contre-courant équatorial était un courant froid, la différence des températures de surface lorsqu'on passe du courant Équatorial Sud dans le contre-courant étant d'environ 1°,3.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) *Papers in physical oceanography and meteorology* published by Massachussets Institute of Technology and Woods Hole Oceanographic Institution, 11, n° 3, mars 1950.

(2) *Ibid.*, 13, n° 1, novembre 1954.

MÉTÉOROLOGIE. — *Une image hydrodynamique du courant de la haute atmosphère.* Note (*) de M. **Georges Dedebant**, présentée par M. Joseph Pérès.

On construit, à partir des équations du vortex circumpolaire et de la distribution méridienne de la température, une image du « jet stream » planétaire qui en contient les caractères essentiels.

1. Les météorologistes américains J. Namias et P. F. Clapp appellent « jet stream » (J. S.) un canal de maximum du vent géostrophique moyen mensuel, et lui attribuent un caractère planétaire. S'il en est ainsi, on doit en obtenir une image approximative, en raisonnant sur un globe poli et uniforme, et une atmosphère de gaz parfait.

Notations : (x, y), coordonnées cartésiennes; (φ, r), polaires; z, altitude; g, accélération de la pesanteur (force centrifuge incluse); Ω et ω, vitesses de rotation du vortex et de la Terre; $V = (\Omega - \omega) r \cos\varphi$, vitesse du vent; P, ρ, T, pression, densité, température; $b = g/R = 3{,}42^\circ C/100$ m, gradient isostérique; $q_a = 4{,}5$, paramètre polytropique adiabatique de l'air atmosphérique (correspondant à $5 + 2 = 7$ degrés de liberté, donc à $\beta_a = b/q_a = 0{,}76^\circ C/100$ m).

2. La Mécanique du vortex se résume par l'équation aux différentielles totales

$$g\,dr + \frac{dP}{\rho} - (\Omega^2 - \omega^2)\,x\,dx = 0,$$

dont on déduit

$$\frac{\partial \log P}{\partial r} = -\frac{g}{RT} \quad \text{(équil. vert.)}; \qquad \frac{\partial \log P}{\partial \varphi} = -(\Omega^2 - \omega^2)\,r^2 \sin\varphi \cos\varphi \quad \text{(vent géostr.)},$$

$$r^2 \cos\varphi . \frac{d\Omega^2}{dy} = 2\Omega r, \quad \frac{dV}{dy} = -\frac{g}{T}\left[\frac{\partial T}{\partial \varphi} + (\Omega^2 - \omega^2)\,r^2 \beta \frac{\sin\varphi \cos\varphi}{g}\right].$$

La Thermodynamique du vortex s'obtient à partir de l'entropie

$$S = R \log(T^{q_a} P^{-1}),$$

dont les dérivées premières sont :

$$\frac{\partial S}{\partial r} = \frac{g}{R\beta_a}(\beta_a - \beta); \qquad \frac{\partial S}{\partial \varphi} = \frac{g}{T\beta_a}\left[\frac{\partial T}{\partial \varphi} + \frac{\beta}{g}(\Omega^2 - \omega^2)\,r^2 \sin\varphi \cos\varphi\right].$$

On notera que

$$r^2 \cos\varphi \frac{d\Omega^2}{dy} = -\beta_a \frac{\partial S}{\partial \varphi}.$$

3. Avec la loi schématique de température :

$$T = T_0 - z\beta(r) + a \cos^2\varphi,$$

on a :

$$r^2 \frac{d\Omega^2}{dy} = -\frac{g}{R} \sin\varphi \left[(\Omega^2 - \omega^2) r^2 \frac{\beta}{g} - 2a \right].$$

a. Cas polytropique (β constant). — Il existe à une (ou plusieurs) latitudes, une direction vers le pôle, le long de laquelle la rotation est stationnaire ($d\Omega/dy = 0$). La vitesse $V_m = ga\cos\varphi/\omega r\beta$ rentre dans l'ordre de grandeur (≈ 50 m/sec) et exprime bien la variation de l'hiver à l'été. De plus (à une approximation légitime près) : $d^2\Omega^2/dy^2 = 0$; l'indicatrice de courbure est parabolique.

Corrélativement $\partial S/\partial\varphi = 0$. Si l'on accepte que la moyenne et haute troposphère est en équilibre adiabatique (avec le gradient 0,76 °C/100 m), S ne dépend que de φ et $\partial^2 S/\partial\varphi^2 = 0$.

Ainsi l'on aboutit à l'image d'un canal d'air fortement individualisé au sein de l'ambiance et tournant presque en bloc; les zones d'échange seraient concentrées sur ses rives.

b. Cas de β fonction de r. — Il y a un max. absolu ($\partial V/\partial\varphi = \partial V/\partial r = 0$) et les isocinétiques sont *centrées*. Au voisinage du centre, la fonction dissipative étant nulle, règne l'adiabatisme ($\partial S/\partial r = \partial S/\partial\varphi = 0$). Comme il ne peut s'agir que d'un maximum d'entropie : $\partial\beta/\partial r > 0$; le gradient est suradiabatique au-dessus du jet (disparition de la tropopause ?).

4. Admettons maintenant des variations dans le lit du courant.

a. De l'adiabatisme du J. S., doit résulter une forte corrélation entre sa latitude et celle du parallèle de bilan radiatif nul (position plus méridionale en hiver qu'en été).

b. Assimilons le J. S. à un écoulement *laminaire limite*; il serait contrôlé par le nombre de Reynolds planétaire $VL/\nu^* \approx 2000$ ($\nu^* \approx 10^8$ C. G. S.); le jet est donc d'autant plus rapide qu'il est étroit. D'autre part, d'après l'équation de continuité : $\rho VL =$ const., à un niveau donné, d'où $\rho =$ const. (isostérisme des transformations, corroboré par l'interférence statistique que l'auteur a tirée des vieilles données aérologiques de Dines).

c. Si le J. S. est *stationnaire* (cas de l'Est chinois, selon Yeh), $P + (1/2)\rho V^2 =$ const. sur un filet fluide; donc le maximum de baisse horizontale de pression, qui est 4,5 fois l'adiabatique (soit 5° C pour 10 mb ou $\Delta V = 20$ m/sec), est capable de rendre compte de la coïncidence observée du centre du J. S. avec le maximum de précipitations. Cela attire l'attention sur l'effet *direct* (autrefois écarté) de la baisse horizontale de pression, dans la production de vastes organisations nuageuses stratiformes.

d. La transformation du J. S. laminaire en régime turbulent correspondrait à la cyclogénèse dans les zones de « *delta* » (Scherhag).

(*) Séance du 29 octobre 1956.

BOTANIQUE. — *Étude de la couche protectrice sur les souches de deux* Rumex. Note de M[lle] **Yvonne Jacquety**, présentée par M. Raoul Combes.

Cette couche subérifiée, continue et peu épaisse tire son origine de processus impliquant une brève activité cambiale et qui diffèrent au niveau des entre-nœuds et au niveau des feuilles.

Le *Rumex crispus* L. et le *Rumex obtusifolius* D. C. sont deux Polygonacées vivaces. La plante se multiplie par germination de semences; la croissance édifie une souche qui s'épaissit. La souche, verticale, est à entre-nœuds très courts; elle s'achève par une portion aérienne allongée qui se construit au moment de la floraison. Un bourgeon axillaire d'une des feuilles de la base donne l'année suivante une nouvelle souche verticale. L'élargissement des souches provoque progressivement une distension des feuilles les plus âgées. Ces dernières, quelle que soit la saison, jaunissent, se dessèchent et persistent en un manchon protecteur. Lorsque ce manchon disparaît, la surface se trouve recouverte d'un tissu brunâtre que cachaient les bases foliaires. Nous avons étudié la nature et l'ontogenèse de ce tissu.

Le schéma (*fig.* 1, A) représente une coupe longitudinale axiale d'un sommet d'une souche de *R. obtusifolius*; elle a été pratiquée à un stade précédant le développement de la tige aérienne. A la base du schéma une zone sombre (*z*), périphérique et continue, épaisse de trois à quatre cellules, entoure l'écorce au niveau des entre-nœuds et isole les lambeaux foliaires des parenchymes corticaux au niveau des insertions foliaires; c'est vers l'apex que nous trouvons les tissus précurseurs de cette couche protectrice.

A. *Nature de la couche protectrice.* — Elle se distingue des tissus voisins (collenchyme et parenchyme corticaux, parenchyme foliaire) par ses cellules à parois épaisses et subérifiées. La subérine a été décelée par les tests microchimiques classiques rouge soudan III, violet de gentiane ammoniacal, SO_4H_2 après $I_2 + IK$); la lamelle moyenne seule reste cellulosique. La plupart des cellules sont mortes et remplies de tanins.

La couche subérifiée, continue, se présente sous un aspect différent au niveau des nœuds et des entre-nœuds (1).

1. Au niveau des entre-nœuds de la base, elle se situe sous l'épiderme et a l'aspect d'un périderme avec ses cellules rectangulaires semblables aux cellules d'un cambium (*c. c.*).

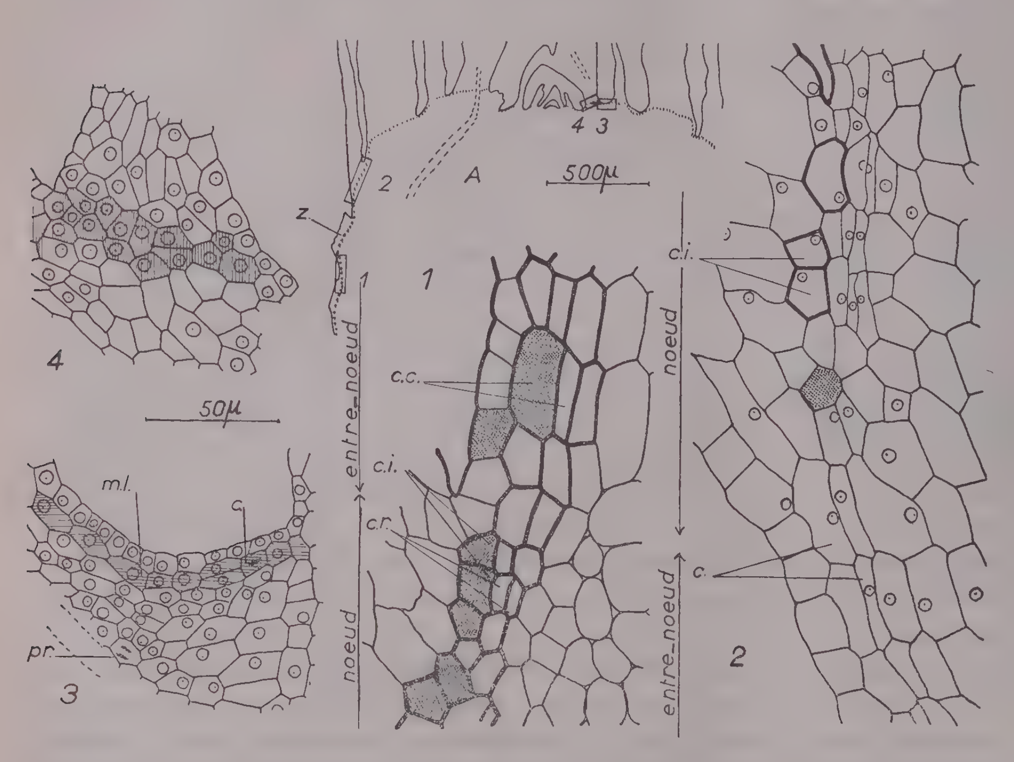
2. Au niveau des lambeaux foliaires, en continuité avec le périderme se trouvent des cellules subérifiées, mais de forme moins régulière. La couche se compose ici :

a. vers l'extérieur, d'une ou deux rangées de petites cellules isodiamétriques d'origine primaire (*c. i.*);

b. vers l'intérieur, sous ces premières sont empilées des cellules de même dimension mais rectangulaires et disposées en files (*c. r.*);

c. dans les parties âgées, le parenchyme vasculaire et les tubes criblés sont chargés de tanins et leurs parois imprégnées de subérine.

Par suite de la juxtaposition de cellules subérifiées au niveau des nœuds et des entre-nœuds, la subérification périphérique est ainsi continue.



A. Schéma de la coupe axiale d'une souche de *Rumex obtusifolius*; (*z*) zone continue.

1. La couche protectrice subérifiée. Les épaisseurs des membranes sont figurées schématiquement. Le pointillé correspond aux cellules à tanins :
   - au niveau de l'entre-nœud : cellules rectangulaires secondaires à parois épaisses et subérifiées (*c. c.*);
   - au niveau d'un nœud : vers l'extérieur, cellules isodiamétriques primaires (*c. i.*); vers l'intérieur, cellules rectangulaires (*c. r.*), toutes à parois épaisses et subérifiées.
2. Ontogenèse de la couche protectrice :
   - au niveau d'un entre-nœud; le cambium (*c.*) en fonctionnement, source du périderme;
   - au niveau d'un nœud : dépôt de subérine sur les cellules isodiamétriques (*c. i.*) et formation de cellules rectangulaires cambiales.
3. Un entre-nœud jeune : (en hachuré) organisation du cambium (*c.*) à partir du méristème latéral (*m. l.*); on voit une mitose et une cellule déjà divisée; (*pr.*), procambium comportant une mitose.
4. Base d'une jeune ébauche foliaire, section excentrique : (en hachuré) cellules isodiamétriques à caractères méristématiques.

B. *Ontogenèse de la couche protectrice.* — L'élaboration de cette couche n'est pas synchrone au niveau des entre-nœuds et des insertions foliaires et les tissus précurseurs rencontrés vers l'apex diffèrent.

1. Au niveau d'un entre-nœud proche de l'apex, sous l'assise épidermique nous trouvons en fonctionnement le cambium (2, *c.*) source du périderme. Ce cambium n'est pas un « phellogène », puisqu'il n'y a pas de phelloderme formé, mais uniquement des cellules externes subissant ultérieurement une subérisation. Les cellules allongées rectangulaires se cloisonnent suivant un plan privilégié : une fine membrane délimite deux nouvelles cellules aplaties, serrées dans l'espace occupé par la cellule primitive. Comme les cellules à caractères méristématiques secondaires, elles sont largement vacuolisées et le noyau a une position centrale. Ce cambium s'organise (3) à partir d'une ou deux rangées de cellules localisées sous l'épiderme dans l'écorce, au niveau des entre-nœuds. Avec le réactif iodo-ioduré, nous avons constaté dans ces cellules l'absence d'amidon et la fixation au Regaud a mis en évidence l'état pulvérulent du chondriome, associé à une plus forte densité du cytoplasme. C'est à l'ensemble de ces cellules (3) gardant des caractères méristématiques et intervenant secondairement dans la croissance, que les auteurs anglo-saxons donnent le nom de « méristème latéral ». Ici le méristème latéral est le tissu précurseur du cambium donnant le périderme.

2. Le développement de la couche au niveau des insertions foliaires se fait indépendamment de celui du périderme. La subérine se dépose d'abord sur les parois de petites cellules isodiamétriques tandis que les cellules sous-jacentes se divisent à la manière d'un cambium suivant un plan privilégié (2). Ces cellules isodiamétriques se trouvent déjà au niveau des soubassements de très jeunes ébauches foliaires (4) : ce sont des cellules qui ont conservé sensiblement leur forme, tandis que celles du parenchyme foliaire se sont allongées. Ces deux ou trois rangées de petites cellules s'étendent à partir de l'aisselle de l'ébauche, perpendiculairement au cordon de procambium foliaire qu'elles ne traversent pas, formant autour de lui un tube très court orienté vers la feuille. Les cellules de cette zone conservent des caractères méristématiques tels qu'une plus forte chromophilie et un cytoplasme plus dense. Cette zone par son emplacement rappelle donc les couches d'abscission rencontrées chez d'autres plantes, mais ici la feuille ne tombe pas; elle se dessèche sur place et se détruit.

Toute cette couche continue, bien que d'origine différente au niveau des nœuds et des entre-nœuds, ne semble donc avoir qu'un rôle protecteur.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le rôle joué par certains métabolites dans la production de l'éosinopénie d'agression.* Note de M. **Alexandre Aschkenasy** [1], présentée par M. Robert Courrier.

Des injections d'albumine, d'acides aminés, de pyruvate, lactate et glucose déterminent une éosinopénie même chez des rats surrénalectomisés, mais cet effet est en général plus faible que chez des rats intacts. Toutes ces substances sont augmentées dans le sang au cours de diverses agressions avec éosinopénie. Celle-ci pourrait donc être provoquée en partie par les métabolites mobilisés par les corticoïdes.

Il est surprenant de constater que l'on n'ait pas pensé jusqu'à ce jour à établir une relation de cause à effet entre l'action éosinopéniante des glucocorticoïdes et les effets métaboliques de ces hormones, et à chercher notamment si l'éosinopénie due à une agression non spécifique ne pourrait pas résulter au moins en partie de l'action de divers produits de dégradation tissulaire déversés dans la circulation.

Dans l'affirmative les substances dont on a montré l'augmentation dans le sérum sanguin au cours de réactions d'alarme et après injection d'hormone corticotrope ou de cortisone [protéines [2], acides aminés [3] et aussi les produits intermédiaires de la glucogénèse et le glucose lui-même] devraient déterminer une éosinopénie et manifester ce pouvoir, même en l'absence confirmée de surrénales.

Technique expérimentale. — Les substances étudiées sont injectées par voie intrapéritonéale en solutions aqueuses de 0,5 ou 1 cm^3 à des rats mâles adultes, avant et après surrénalectomie bilatérale. Chaque substance est administrée à des lots de 6 à 17 rats intacts ou surrénalectomisés.

Les injections sont séparées les unes des autres par des intervalles de 4 à 7 jours.

L'absence de surrénales accessoires est attestée chez les rats surrénalectomisés par les critères suivants :

1° l'absence de toute éosinopénie après injection intrapéritonéale d'ACTH (7,5 mg) pratiquée à la fin des expériences. La même dose d'ACTH provoque chez les rats intacts une éosinopénie de 50 %; 2° le décès rapide des rats opérés dès qu'on les prive de la solution de chlorure de sodium à 1 % qu'ils recevaient depuis la surrénalectomie; 3° la constatation à l'autopsie d'une hypertrophie thymo-lymphatique.

Les substances injectées sont : 1° le sérumalbumine de bœuf (aux doses de 5 et 10 cg); 2° un mélange d'acides aminés, fait dans les proportions existant dans les protéines sériques; 3° le pyruvate de sodium (5 et 10 cg); 4° un mélange à proportions égales (3 fois 5 cg) des trois préparations précédentes; 5° le lactate de sodium (10 cg); 6° le citrate de sodium (10 cg);

7° le glucose (5 et 10 cg); 8° à titre de référence, le sérum physiologique (1 cm³).

Un lot de 7 rats reçoit également une injection intrapéritonéale de 5 mg de cortisone.

Les éosinophiles sont comptés dans le sang caudal par le procédé de Randolph, immédiatement avant chaque injection et 4 h après.

Résultats. — Chez les rats *intacts :* tous les produits sont éosinopéniants. Le sérum physiologique, le glucose et le citrate donnent des chutes d'environ 30 %.

Des chutes d'une ampleur croissante sont obtenues avec l'albumine (— 35 % ± 11 avec 5 cg et — 52,3 % ± 14 avec 10 cg); le pyruvate (—52,5 % ± 8 et — 46 % ± 6 avec 5 et 10 cg); le lactate (—68 % ± 3); les acides aminés (—79 % ± 6 et — 75 % ± 5 avec 5 et 10 cg) et surtout avec la préparation réunissant les trois produits précédents (—83 % + 3).

Chez les rats *surrénalectomisés :* on n'obtient plus aucune réponse avec le sérum physiologique (+ 14 % + 13) ni avec le citrate (—13 % ± 16).

En revanche, les éosinopénies produites par l'albumine à faible dose (5 cg : — 37 % ± 7), le glucose (—33 % ± 9 avec 5 cg et —36 % ± 4 avec 10 cg) et par le pyruvate à dose élevée (10 cg : — 44 % ± 11) demeurent semblables à celles qui ont été observées avec les mêmes doses avant l'opération.

L'albumine à dose élevée (10 cg : —40 % ± 10), les acides aminés (— 53 % ± 5 avec 5 cg et — 43 % ± 7 avec 10 cg), le pyruvate à faible dose (5 cg : — 30 % ± 9), la préparation combinée (— 39 % ± 19,5) et le lactate (— 34 % ± 4) déterminent, eux aussi, une éosinopénie significative (par rapport au sérum physiologique) même chez les rats surrénalectomisés, mais leur effet est plus faible chez les rats opérés que chez les rats intacts. Néanmoins il reste encore égal et même supérieur à celui de 5 mg de cortisone.

Il est vrai que cette hormone perd elle-même une partie de son pouvoir éosinopéniant à la suite de la surrénalectomie (chutes de — 71 % ± 6 avant et de — 39 % ± 11 après l'opération), phénomène que nous analyserons ailleurs (4).

Discussion. — Nos résultats font penser que certains produits intermédiaires du métabolisme protéique et de la glucogénèse qui sont déchargés dans la circulation au cours des réactions d'alarme, jouent un rôle important dans la production et dans l'entretien de l'éosinopénie d'agression.

Cette éosinopénie pourrait résulter de l'enchaînement de trois réactions successives : 1° une décharge de corticoïdes sous l'effet de la stimulation exogène de l'axe hypophyso-surrénalien; 2° une mise en circulation de divers produits de l'action catabolisante de ces corticoïdes, produits qui sont doués d'un pouvoir éosinopéniant propre, même chez des animaux

surrénalectomisés; 3° une nouvelle décharge de ACTH et de corticoïdes provoqués par certains de ces métabolites, tels que les acides aminés libres dont l'action éosinopéniante est en effet bien plus prononcée en présence qu'en l'absence de surrénales.

Conclusions. — Le sérumalbumine ainsi que les acides aminés, le pyruvate et le lactate, substances dont les taux augmentent dans le sérum sanguin à la suite d'une décharge de glucocorticoïdes, stimulent elles-mêmes la sécrétion d'ACTH et sont douées en outre d'un pouvoir éosinopéniant propre, sans relais surrénalien.

Le glucose lui-même dont le taux sanguin augmente également en cas d'excès de glucocorticoïdes, détermine une éosinopénie modérée qui n'est nullement conditionnée par la présence des surrénales.

Ces résultats suggèrent que l'éosinopénie observée au cours de diverses agressions pourrait être due en partie à l'action des protéines et de leurs produits de dégradation mis en circulation à la suite de la décharge de corticoïdes.

(1) Avec la collaboration technique de Mme Ginette Bouard et de Mlle Christiane Neveu.

(2) I. Clark, *J. biol. Chem.*, 200, 1953, p. 69.

(3) P. J. Ingle, M. C. Prestrud et J. E. Nezamis, *Proc. Soc. exper. Biol. Med.*, 75, 1950, p. 801.

(4) A. Aschkenasy, *C. R. Soc. Biol.*, 1956 (à paraître).

HISTOPHYSIOLOGIE. — *Comparaison des actions du chlorure de sinoménine et d'un dérivé de la méthylamine* (1), *sur les labrocytes chez le Rat.* Note de Mlle **Lucie Arvy**, présentée par M. Robert Courrier.

La sinoménine, alcaloïde lymphagoque et libérateur d'histamine, provoque l'éclatement et la lyse des labrocytes. Son action est plus discrète, plus tardive, plus lente et plus prolongée que celle du dérivé de la méthylamine.

On savait, depuis Ishiwari (2) que l'alcaloïde qu'on peut extraire des racines de *Sinomenium acutum* Rehd. et Wilson (Fam. Ménispermacées), accélère le courant lymphatique dans le canal thoracique, provoque une dilatation des vaisseaux périphériques, de l'érythème, du prurit et un gonflement facial, chez le Chien [Ishiwari (3), Takaori (4)]. Or, il résulte des recherches de Mayeda (5), (6), que la sinoménine est un libérateur d'histamine; en effet, suivant cet auteur, l'injection de 3 mg/kg de chlorure de sinoménine à des chiens provoque, en une minute, une décharge d'histamine telle que la teneur de la peau en cette diamine passe, par exemple, de 10,7 à 6,1 μg/g et que le plasma, reflétant la perte des tissus en histamine, se charge de 0,14 à 3,20 μg/cm³, par exemple. Suivant

Yamasaki ([7]), 50 mg/kg de sinoménine libèrent, à partir de la peau du Rat, autant d'histamine que 3 600 mg/kg de dextran. L'action lymphagogue de la sinoménine, observée par Ishiwari ([2]), ([3]), n'est pas directe, mais conditionnée par l'histamine libérée sous l'action de l'alcaloïde, puisqu'il suffit d'injecter 10 mg/kg d'un antihistaminique, le bénadryl, 30 mn avant d'injecter l'alcaloïde, pour que l'action lymphagogue soit supprimée [Mayeda ([5]), ([6]); Yamasaki et Mayeda ([8])].

Des recherches antérieures ([9]) nous ayant montré que le 48/80 : le libérateur d'histamine le plus puissant actuellement connu, mis à part le venin de *Thaumetopœa pitiocampa* Schiff ([10]), exerce une action considérable sur le système lymphatique, contemporaine d'une lyse des labrocytes, nous avons pensé qu'il était opportun de rechercher une action éventuelle sur les labrocytes, de la sinoménine, connue pour être un lymphagogue et un histaminolibérateur.

Les recherches ont porté sur des rats mâles pubères, de 135 à 190 g. Le chlorure de sinoménine a été injecté par voie intrapéritonéale, à des doses variées de 250 μg jusqu'à 7 mg (46 mg/kg).

Les doses inférieures à 1 mg n'ont apparemment aucune action sur le comportement du Rat, mise à part une certaine sédation de l'activité de l'animal. Après injection de 2,5 mg, le comportement du Rat reste normal jusque vers la 20e minute qui suit l'injection, puis les oreilles et le museau rougissent et se cyanosent, du prurit apparaît aux pattes, au scrotum, aux oreilles et au museau, le Rat devient photophobique et tachycardique. Vers la 45e minute qui suit l'injection le Rat s'allonge à plat ventre et s'assoupit; le museau est alors très œdématié et présente le même aspect qu'après injection intrapéritonéale de dextran ou d'ovalbumine. Une heure après l'injection, les labrocytes du scrotum, de l'oreille et de la lèvre supérieure sont altérés, comme ils le sont environ une heure après l'injection de 250 μg de 48/80; cependant les labrocytes de la langue, du paquet vasculonerveux du cou, du complexe salivaire ou du pied sont à peine modifiés. Les sinus lymphatiques, très dilatés, sont pratiquement dépourvus de labrocytes. Ce n'est qu'avec des doses supérieures à 3 mg et des délais d'action supérieurs à 4 h qu'on retrouve des ganglions lymphatiques dont les aspects rappellent ceux qu'on observe après injection de 48/80 ([9]), mais les ganglions sont toujours envahis de façon moins massive par les labrocytes. Les altérations des labrocytes sont également toujours moins intenses qu'avec le 48/80 : on ne trouve pas de nappes de labrogranules décolorés et éparpillés dans le tissu conjonctif, loin du noyau du labrocyte. A l'inverse du 48/80, la sinoménine ne provoque pratiquement pas d'hémolyse, les ocrocytes restent rares dans les ganglions lymphatiques et dans la rate. Vingt-quatre heures plus tard, l'aspect des coupes est du même type; il n'y a ni accentuation, ni atténuation des altérations labrocytaires. Des

doses supérieures, jusqu'à 7 mg, ne provoquent pas de lésions plus graves, seulement l'assoupissement qui accompagne la libération d'histamine est plus profond, les accès de prurit qui interrompent le sommeil sont plus intenses et le Rat met plus longtemps à retrouver son comportement normal.

Comme après injection de 48/80, le Rat est très assoiffé après injection de chlorure de sinoménine et il boit avidement.

Conclusion. — Le chlorure de sinoménine lèse les labrocytes chez le Rat. Son action sur les labrocytes est beaucoup moins profonde que celle du 48/80 : pour obtenir des lésions équivalentes des labrocytes il faut des doses environ 12 fois plus fortes; ces doses énormes sont d'ailleurs bien tolérées par le Rat. Comme le 48/80, l'alcaloïde provoque une hypertrophie ganglionnaire avec dilatation des vaisseaux et des sinus lymphatiques.

(1) Produit de condensation de la *p*-méthoxyphénéthyl méthylamine et de l'aldéhyde formique ou 48/80.

(2) *Chugai-Iji-Shimpo.*, n° 959, 1920, p. 277.

(3) *Tokyo-Iji-Shinshi.*, n° 2242, p. 1639.

(4) *Chugai-Iji-Shimpo.*, n° 996, 1921, p. 1106.

(5) *Jap. J. Pharmacol.*, n°s 3-4, 1953, p. 62-72.

(6) *Jap. J. Pharmacol.*, n°s 3-4, 1953, p. 73-81.

(7) Communication personnelle.

(8) *Acta Medicinæ Okayama*, 9, 1954, p. 81-104.

(9) L. Arvy, *Comptes rendus*, 243, 1956, p. 1232.

(10) G. Valette et H. Huidobro, *C. R. Soc. Biol.*, 150, 1956, p. 658-661.

CARDIOLOGIE. — *Enregistrement parallèle de l'électrocardiogramme externe et de l'activité électrique d'une fibre myocardique unique chez trois Mammifères.* Note de MM. **Édouard Corabœuf, Charles Kayser** et **Yves-Michel Gargouïl**, présentée par M. Léon Binet.

L'enregistrement simultané de l'activité électrique d'une fibre myocardique unique et de l'électrocardiogramme externe (E. C. G.) de l'animal entier a été réalisé par L. A. Woodbury, H. H. Hecht et A. R. Christophersen (1) sur la Grenouille, par B. F. Hoffman et E. E. Suckling (2) sur le Chien et le Chat. Ce procédé a permis d'interpréter avec précision les différents accidents de l'électrocardiogramme. Il ressort en particulier de ces travaux que l'onde T de l'électrocardiogramme est contemporaine de la phase terminale du potentiel d'action monophasique.

Il nous a paru intéressant de rechercher dans quelle mesure cette concordance existe quel que soit le décours des potentiels d'action monophasiques ventriculaires. On sait en effet, que ce décours peut varier d'une espèce

à l'autre ([3]), ([4]). Dans ce but nous nous sommes adressés à deux Rongeurs, le Rat et le Cobaye. Le premier possède une phase de repolarisation ventriculaire de pente quasi constante, ce qui donne à l'électrocardiogramme interne une silhouette sensiblement triangulaire ressemblant à celle du potentiel d'action auriculaire de Chien. Le second possède au contraire un potentiel d'action ventriculaire pourvu d'un plateau bien différencié : la repolarisation débute plus tardivement. Lente au départ, elle s'accélère vers la fin de la réponse et cette particularité conduit à un électrogramme de silhouette plus « rectangulaire », ressemblant à l'électrogramme ventriculaire de Chien ([6]).

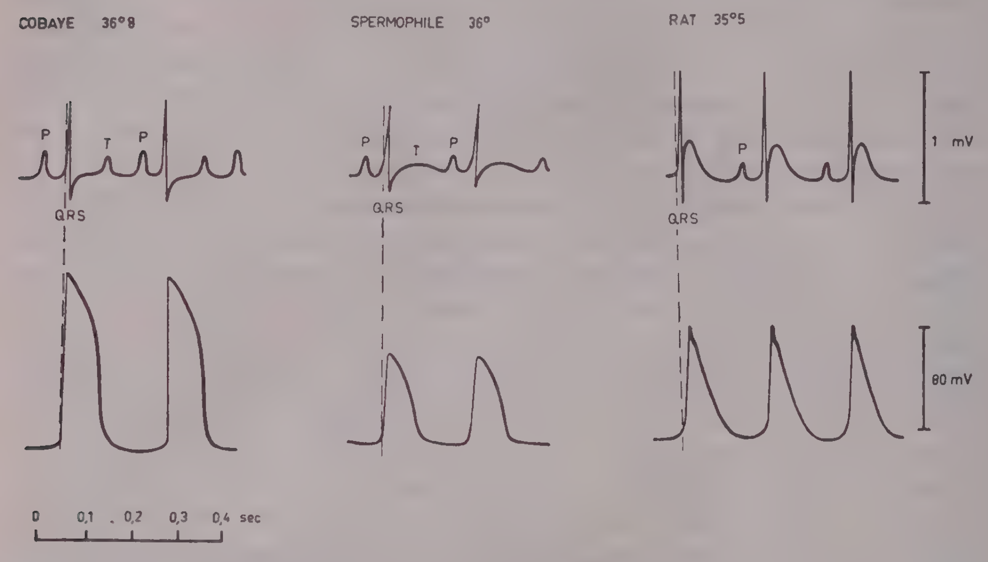
L'un de nous a par ailleurs constaté dans un travail antérieur ([7]) une différence importante entre l'activité électrique du cœur de Rat et celle de deux hibernants : le Spermophile et le Hamster : la durée ST de l'électrocardiogramme augmente notablement moins, lors d'un abaissement de la température corporelle dans le cas du Rat, que dans celui des hibernants. Cette constatation nous a incité à faire une étude comparative de l'électrogramme intracellulaire du Rat et du Spermophile en relation avec l'électrocardiogramme externe.

Notre procédé expérimental a été le suivant : les animaux [Rat blanc, Cobaye et Spermophile (*Citellus citellus*)] sont anesthésiés à l'uréthane par une injection intrapéritonéale de 0,1 g d'éthyluréthane pour 100 g d'animal. On pratique la trachéotomie. Les animaux sont ensuite curarisés [par injection intrapéritonéale de 1 cm^3 de la solution à 2 % de triiodoéthylate de gallamine (flaxédil) pour 100 g de poids vif]. On institue la respiration artificielle au carbogène, on fend le sternum sur la ligne médiane et on écarte les deux moitiés thoraciques. Le péricarde est sectionné et écarté; un écoulement continu de liquide de Tyrode maintenu par aspiration à niveau constant, maintient la cage thoracique humide et à température constante. On place au contact du cœur un thermomètre à petit réservoir de mercure et une thermistance. La microélectrode, du type électrode flottante ([8]), est introduite dans le ventricule à l'aide d'un micromanipulateur. L'électrocardiogramme externe est recueilli en dérivation langue-anus. Ne disposant pas d'un oscillographe cathodique à deux canons, nous avons été obligés d'enregistrer, successivement, électrocardiogramme externe et activité cellulaire.

La figure représente, en haut l'électrocardiogramme externe, en bas l'activité électrique d'un élément cellulaire ventriculaire, obtenu par dérivation interne.

Le tracé obtenu chez le Cobaye ressemble en tous points aux tracés obtenus par les différents auteurs sur le ventricule de Chien : la repolarisation se fait avec un plateau, le sommet de l'onde T correspond à la fin de la repolarisation. Ainsi que l'indique le tracé enregistré chez le Spermo-

phile, le potentiel d'action ventriculaire ressemble beaucoup à celui du Cobaye. Il n'en est plus de même du tracé obtenu chez le Rat. Celui-ci présente en dérivation intracellulaire l'allure triangulaire déjà indiquée, tandis que l'électrocardiogramme présente une onde « lente » de grande



Tracés électrocardiographiques (externes, *en haut* et intracellulaires, *en bas*) des cœurs de Cobaye, Spermophile et Rat blanc. Les fréquences sont respectivement de 300, 330 et 360 par minute.

amplitude. Cette onde lente apparaît précocement et son sommet coïncide avec le début de la phase de repolarisation du tracé intracellulaire. En apparence, l'onde lente de l'électrocardiogramme de Rat ne semble pas correspondre, si l'on considère ses relations temporelles avec l'électrogramme interne, aux ondes T des tracés de Cobaye et de Spermophile, contemporaines de la phase terminale de la repolarisation.

Cependant il est remarquable que, comme celles-ci, elle coïncide avec la zone de repolarisation de pente maximum. Cette dernière se trouve simplement située chez le Rat non loin du sommet de la réponse, à l'inverse de ce qui apparaît chez les deux autres espèces où elle s'installe beaucoup plus tardivement.

Dans la mesure où l'électrocardiogramme peut être considéré comme l'addition algébrique de deux ondes monophasiques inversées, légèrement décalées et de décours voisins, il est d'ailleurs évident que les accidents les plus amples doivent être contemporains des variations de potentiel les plus rapides des tracés monophasiques.

Le problème est de savoir si l'onde lente du Rat à 37° est assimilable à l'onde T qui apparaît classiquement, dans les autres espèces, en fin de repolarisation.

Nous ne pouvons tenir compte, dans la présente discussion, de la notion de gradient ventriculaire dont un des éléments, l'électrogramme endocardique, nous échappe ici. Cependant il est bien certain que cette notion est d'importance essentielle pour la compréhension de l'électrocardiogramme externe.

Si nous considérons que l'onde T n'est que le reflet de la période terminale du potentiel d'action ventriculaire, l'onde lente de l'électrocardiogramme de Rat ne peut recevoir cette dénomination.

Mais si nous nommons T une onde liée à la vitesse de chute du plateau du potentiel d'action ventriculaire [ce dernier étant lié lui-même au métabolisme cellulaire par des lois complexes mais indiscutables dans de nombreux cas (9)], il apparaît que l'onde lente de l'électrocardiogramme de Rat est une onde T au même titre que celle du Cobaye et du Spermophile.

Des éléments nouveaux d'appréciation pourraient évidemment être fournis par une étude comparée des effets de variations de température sur les phases lentes des potentiels cardiaques externes et internes des trois espèces précédentes. C'est une telle étude que nous exposerons dans une prochaine communication.

(1) *Amer. J. Physiol.*, **164**, 1951, p. 307-318.
(2) *Amer. J. Physiol.*, **170**, 1952, p. 357.
(3) S. Weidmann, *Elektrophysiologie der Herzmuskelfaser*, Berne, 1956.
(4) M. H. Draper et M. Mya Tu, *XXe Congr. Intern. Physiol. Bruxelles*, juillet 1956.
(5) E. Coraboeuf, R. Distel et J. Boistel, *Comptes rendus*, **240**, 1955, p. 1927.
(6) E. Coraboeuf et M. Otsuka, *Comptes rendus*, **243**, 1956, p. 441.
(7) C. Kayser, *C. R. Soc. Biol.*, **150**, Strasbourg, séance du 13 juillet 1956 (sous presse).
(8) J. W. Woodbury et A. J. Brady, *Science*, **123**, 1956, p. 100.
(9) E. Coraboeuf, R. Distel et J. Boistel, *Congrès Intern. de Microphysiologie*, Paris, juillet 1955.

ENDOCRINOLOGIE. — *Le lobe antérieur de l'hypophyse chez la Chatte durant la gestation et l'allaitement*. Note (*) de MM. **Jean Racadot** et **Marc Herlant**, présentée par M. Robert Courrier.

Les catégories cellulaires précédemment observées par l'un de nous dans l'hypophyse de la femelle de *Myotis myotis* ont été retrouvées chez la Chatte. En particulier l'une des variétés de cellules basophiles a une évolution parallèle à celle du corps jaune et nous apparaît comme la source de l'hormone lutéinisante.

A. B. Dawson (1938, 1946) (1) a décrit dans le lobe antérieur de l'hypophyse, chez la Chatte, des cellules « carminophiles » qui manifesteraient une affinité élective pour l'azo-carmin. Il a constaté que ces éléments présentent des variations en rapport avec les phases de la vie génitale; en particulier,

ils se multiplient d'une manière massive au cours de la gestation et montrent des signes d'activité sécrétoire qui se poursuivent après le terme, chez la femelle qui allaite. A. B. Dawson ([2]) attribue à ces cellules la sécrétion de la prolactine.

Plus récemment, l'un de nous (M. Herlant, 1956) ([3]) a étudié l'hypophyse du Murin (*Myotis, myotis*) au cours de la gestation et de l'allaitement. Chez la femelle gestante, l'hypophyse se caractérise par une multiplication massive d'éléments basophiles se colorant aussi bien par le PAS-orange que par l'azo-carmin. Ces cellules régressent très rapidement après la mise-bas et leur involution va de pair avec la disparition du corps jaune de gestation.

Par contre, la sécrétion de la prolactine a été attribuée à des cellules « érythrosinophiles », négatives au PAS, dont la phase de développement coïncide avec la lactation.

L'apparente contradiction entre ces constatations nous a amené à reprendre l'étude de l'hypophyse de la Chatte au cours de la gestation et de la lactation.

Recherches personnelles. — Nous avons analysé l'hypophyse de 32 chattes; 12 d'entre elles étaient à divers stades de la gestation; 12 chattes qui allaitaient ont été sacrifiées entre un jour et six semaines après la mise-bas; en outre nous avons examiné l'hypophyse de plusieurs chattes dont la lactation avait été interrompue.

Toutes les hypophyses ont été fixées au Bouin-Hollande additionné de 10 % de sublimé. Elles ont été colorées par les méthodes trichromiques de Cleveland-Wolfe, d'Heidenhain à l'azo-carmin, par le PAS-orange et l'aldéhyde fuchsine suivant M. Gabe (1953) ([4]).

Dans toutes ces hypophyses, les méthodes trichromiques ne nous ont permis de reconnaître qu'une seule catégorie d'éléments basophiles localisés dans la zone antéro-médiane de la glande, tandis que les cellules chromophiles des régions latérales se montraient uniformément acidophiles. Mais au PAS-orange, les résultats se sont montrés bien différents.

Grâce à cette méthode en effet, nous avons retrouvé sans difficulté dans les régions latérales du lobe glandulaire les cellules basophiles décrites par l'un de nous chez le Murin gravide. Comme dans l'espèce humaine et chez la Chauve-Souris, ces éléments se caractérisent par leur teinte rouge brique qui tranche sur la coloration jaune-paille des cellules acidophiles. Chez la Chatte, toutefois, leur affinité pour le PAS est moins intense que chez le Murin, mais il s'agit bien de cellules basophiles. En effet, elles sont légèrement métachromatiques au bleu de toluidine et ne réagissent pas à la méthode de R. J. Barnett et A. M. Seligman (1954) ([5]) qui met spécifiquement en évidence les cellules acidophiles par leurs groupes disulfides. Le PAS-orange nous a permis en outre d'identifier, comme chez le Murin, la deuxième

forme d'éléments basophiles gonadotropes, localisés à la région antéro-médiane de la glande, et les cellules thyrotropes disséminées dans la totalité du lobe antérieur.

A nouveau, comme chez le Murin, seules ces deux dernières formes cellulaires réagissent à l'aldéhyde-fuchsine; les cellules thyrotropes se colorent cependant d'une manière plus intense que les éléments gonadotropes de la région antéro-médiane.

Nous avons suivi l'évolution des cellules basophiles « rouge brique » chez la femelle gestante et au cours de la lactation. Nous avons constaté qu'elles correspondaient rigoureusement tant par leur topographie et leur nombre que par les variations de leur aspect cytologique, aux cellules « carminophiles » de Dawson.

Nous avons d'autre part mis en évidence des cellules qui correspondent aux éléments érythrosinophiles du Murin. Elles sont chromophobes au PAS-orange mais renferment de manière constante quelques gouttelettes lipidiques PAS positives. Au trichromique de Cleveland-Wolfe, leur affinité pour l'érythrosine est peu marquée et elles s'avèrent faiblement granuleuses. Elles se caractérisent en outre par une grande richesse en ribonucléines. Ces éléments sont particulièrement développés au cours de la lactation.

Ainsi, nous avons retrouvé chez la Chatte gestante et en lactation, les formes cellulaires observées chez le Murin. Nous pouvons, selon toute vraisemblance, leur conférer la même signification physiologique. L'un de nous avait attribué, chez le Murin, la sécrétion de FSH à la forme basophile antéro-médiane et la sécrétion de LH à la basophile « rouge brique ». L'étude de l'hypophyse de la Chatte nous confirme dans cette opinion.

La persistance chez la Chatte, de cellules « rouge brique » au cours du post-partum nous paraît en relation avec le comportement du corps jaune chez cette espèce. Celui-ci, en effet, au lieu d'involuer immédiatement après la mise-bas comme chez le Murin, se maintient pendant une grande partie de la lactation.

Soulignons d'autre part que chez les chattes qui n'ont pas allaité, cellules « rouge brique » et corps jaune involuent beaucoup plus précocement.

Nous signalerons enfin que nous n'avons observé aucune corrélation entre l'évolution du corps jaune et les cellules basophiles de la région antéro-médiane.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) *Stain Technol.*, 13, 1938, p. 17-21.

(2) *Amer. J. Anat.*, 78, 1946, p. 347-409.

(3) *Arch. Biol.*, 67, 1956, p. 89-180.

(4) *Bull. Microsc. Appl.*, 3, 1953, p. 153-162.

(5) *J. Nat. Cancer Inst.*, 14, 1954, p. 769-803.

ENDOCRINOLOGIE. — *Sur la pénétration de l'iode radioactif* (^{131}I) *dans l'hypophyse de grenouille* (Rana temporaria). Note de M. **Georges Čehovic**, présentée par M. Robert Courrier.

Après injection de ^{131}I à des grenouilles, nous avons observé une fixation élective dans le lobe intermédiaire de l'hypophyse où elle est de 6 à 8 fois plus élevée que dans les autres lobes. Chez des grenouilles tenues à l'obscurité, cette fixation a été moins grande. Ce fait suggère le rôle probable de l'intermédine dans les relations hypophyso-thyroïdiennes.

En utilisant une thyroxine marquée, F. Joliot, R. Courrier, A. Horeau et P. Sue (1) ont constaté une pénétration élective de la thyroxine dans l'hypophyse du Lapin.

En février 1951, R. Courrier, A. Horeau, M. Marois et F. Morel (2) reprenant cette étude, trouvent que la thyroxine se concentre surtout dans la posthypophyse. Le fait de cette concentration, différente selon l'espèce, très élevée chez le Lapin et le Singe, non observée chez le Chat, le Cobaye et le Rat, ouvre de nouvelles perspectives dans l'étude des relations entre l'hypophyse et la thyroïde.

Plusieurs travaux (3), (4), (5), (6) ont confirmé cette fixation élective par des techniques différentes (autoradiographie, chromatographie).

Cette pénétration de la thyroxine dans la posthypophyse nous a donné l'idée que la posthypophyse pourrait jouer un rôle important dans la régulation de la fonction thyroïdienne. Nous avons pensé que la Grenouille serait un animal de choix pour cette étude, car sa métamorphose est liée à la fonction thyroïdienne et le passage de la vie aquatique à la vie plutôt terrestre doit s'accompagner d'une modification fonctionnelle de la posthypophyse.

« Le rôle de la thyroïde chez les animaux à sang froid est encore obscur » note S. A. Mathews (7) dans son travail sur la fixation de l'iode radioactif dans la thyroïde des grenouilles.

A. T. J. Cameron (8) avait déjà remarqué que la thyroïde des grenouilles adultes contient très peu d'iode.

S. A. Mathews (7) a constaté que 24 h après l'injection de 10 μc de ^{131}I dans le sac lymphatique dorsal, 3 % seulement de celui-ci est fixé dans la thyroïde des grenouilles (*Rana pipiens*). Après 96 h, il n'y a que 4,7 à 5,0 % d'iode dans la thyroïde.

Dans nos expériences (mai-juillet 1956) sur *Rana temporaria*, nous avons utilisé la méthode de S. A. Mathews (7), mais nous avons sacrifié les animaux le sixième jour après l'injection de 10 μc de ^{131}I. Chaque grenouille

était placée dans un cristallisoir de 1 l avec un couvercle de verre et du papier filtre humide.

Dans la première expérience (7 grenouilles), nous avons trouvé un rapport de 0,45 (hypophyse/plasma) sans différence appréciable entre l'antéhypophyse et la posthypophyse (le lobe intermédiaire étant mesuré avec l'antéhypophyse).

En étudiant parallèlement les modifications de la fixation de ^{131}I dans la thyroïde et la peau des grenouilles à la lumière et à l'obscurité [9], nous avons constaté, chez les grenouilles à l'obscurité, une diminution de la fixation de l'iode dans la thyroïde et une augmentation dans la peau. Cette observation a attiré notre attention sur le rôle possible du lobe intermédiaire (bien différencié chez les grenouilles) dans ces relations.

Dans une nouvelle expérience, nous avons dosé séparément la radioactivité dans ces trois parties de l'hypophyse (11 grenouilles) six jours après l'injection de 10 μc de ^{131}I.

Nous avons trouvé dans le lobe intermédiaire une radioactivité totale presque égale à celle de chacun des autres lobes chez la même grenouille. Cela prouve, en tenant compte du volume beaucoup plus petit du lobe intermédiaire, une fixation plus grande dans ce lobe.

Par milligramme de poids, nous avons trouvé dans le lobe intermédiaire un rapport de 6 à 8 fois plus élevé que dans la posthypophyse. Le poids du lobe intermédiaire étant à la limite de la sensibilité de la balance utilisée (Roller-Smith), nous avons, dans une nouvelle expérience, utilisé une balance plus précise et nous avons injecté 30 μc de ^{131}I à 12 grenouilles. Un lot de 5 grenouilles était tenu à l'obscurité (7 jours).

Les rapports (organe/plasma) par milligramme et par minute, 120 h après l'injection de 30 μc de ^{131}I, sont exposés dans le tableau suivant :

Rapports (mg/mn)	Antéhyp./Plasma.	Lobe interm./Plasma.	Posthyp./Plasma.
A la lumière	0,40 ± 0,017	1,98 ± 0,23	0,35 ± 0,023
A l'obscurité	0,29 ± 0,018	1,04 ± 0,12	0,39 ± 0,022

Ces expériences montrent que, chez la Grenouille, l'iode radioactif pénètre électivement dans l'hypophyse et se fixe surtout dans le lobe intermédiaire. Cette pénétration se fait apparemment sous forme de thyroxine endogène radioactive, car dans une Note récente, H. Slowiter et F. Morel [10] prouvent que la thyroxine endogène se comporte comme la thyroxine marquée injectée.

Tenant compte du poids de ce lobe intermédiaire (0,142 ± 0,021 mg à la lumière), de différents degrés de dessiccation possible, de la relative faiblesse des radiations et des modifications observées chez ces grenouilles sous l'influence de l'obscurité, il nous paraît nécessaire de continuer ces expériences en utilisant la thyroxine marquée.

Dans leur étude, J. Benoit et I. Assenmacher (11) citent, à côté de leurs travaux, un nombre important d'observations sur les modifications histologiques de la structure de l'hypophyse chez diverses espèces sous l'influence de la lumière.

Dans plusieurs publications, P. Florentin et F. Stutinsky (12), (13), (14) exposent les modifications cytologiques de l'hypophyse, et surtout du lobe intermédiaire, chez les grenouilles tenues à l'obscurité. Tout le lobe intermédiaire, selon ces auteurs, donne l'impression d'avoir subi la transformation colloïde. Son volume est augmenté à l'obscurité (fait que nous avons aussi observé). Les modifications dans le lobe antérieur sont interprétées comme le signe d'un arrêt de l'excrétion des produits hypophysaires.

Nos résultats sur la fixation élective de ^{131}I dans le lobe intermédiaire des grenouilles nous paraissent intéressants dans l'étude des relations hypophyso-thyroïdiennes. Les modifications de la fixation de ^{131}I dans la thyroïde sous l'influence de la lumière, observées chez ces mêmes grenouilles, seront l'objet d'une Communication ultérieure.

Nous nous réservons ici seulement de signaler que ces observations nous ont conduit à étudier le rôle de l'intermédine dans ces relations.

Deux études récentes dans ce domaine sont à signaler : F. Morel et C. Simon (15) provoquent par une surcharge de sel une élévation de la fixation de thyroxine marquée dans la posthypophyse du Lapin, alors que A. Taurog et coll. (15) n'observent pas ces modifications en administrant de l'alcool éthylique ou en sectionnant la tige pituitaire.

La discordance apparente de ces observations mérite une étude de ce problème en envisageant aussi le rôle probable de l'intermédine.

(1) *Comptes rendus*, **218**, 1944, p. 769.
(2) *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 776.
(3) J. M. Jensen et D. E. Clark, *J. labor. and Clin. Med.*, **38**, n° 5, 1951, p. 663.
(4) A. Jentzer, *Acta endocrinologica*, **12**, 1953, p. 294.
(5) G. W. Harris, A. Taurog et W. Tong, *J. Physiol.*, **129**, 1955, p. 43.
(6) D. H. Ford, M. Pozner et J. Gross, *Anat. Record*, **121**, 1955, p. 294.
(7) *The Amer. J. Physiol.*, **162**, n° 3, 1950, p. 590.
(8) *Biol. Chem.*, **16**, 1914, p. 465.
(9) Publication à paraître.
(10) *Arch. bioch. and biophys.*, **63**, 1956, p. 217.
(11) *J. Physiol.*, **47**, n° 3, 1955, p. 427.
(12) P. Florentin et F. Stutinsky, *C. R. Soc. Biol.*, **122**, 1936, p. 674.
(13) F. Stutinsky, *C. R. Soc. Biol.*, **123**, 1937, p. 331.
(14) P. Florentin, *C. R. Soc. Biol.*, **126**, 1937, p. 311.
(15) F. Morel et C. Simon, *Comptes rendus*, **242**, 1956, p. 817.
(16) A. Taurog, G. W. Harris, W. Tong et J. L. Chaikoff, *Endocrinology*, **59**, 1956, p. 34.

BIOLOGIE. — *La structure du canal hermaphrodite de* Limnæa stagnalis *et les possibilités de régénération germinale chez les Gastéropodes pulmonès.* Note (*) de

M. **Louis Bounoure** et M[lle] **Régine Aubry**, présentée par M. Robert Courrier.

D'après Laviolette (1954), l'ablation totale de la glande hermaphrodite chez le Pulmoné *Arion rufus* est suivie, mais seulement dans la phase de jeunesse que termine l'avènement de la méiose, d'une régénération germinale, à partir de l'épithélium de l'extrémité initiale réséquée du canal hermaphrodite; or cet épithélium possède « une individualité structurale indéniable », produit d'une spécialisation histogénétique déjà acquise, ce qui conduit l'auteur à repousser « l'apparente contrainte de la continuité germinale ».

La structure du canal hermaphrodite, étudiée chez la Limnée adulte (1), est de nature à jeter quelque lumière sur cette question.

Ce canal, regardé en général comme simple organe évacuateur des gamètes, répond en effet exclusivement à cette fonction dans sa deuxième moitié (*fig.* 1, *ct*). Mais sa moitié initiale (*ci*), si elle sert aussi au passage des gamètes, se distingue par son fort calibre, et par les nombreux diverticules de sa paroi, qui présente des sinuosités caractéristiques, correspondant à autant de petits culs-de-sac latéraux; sa structure histologique offre des particularités significatives.

La glande hermaphrodite (*fig.* 1, *g*) étant représentée en blanc au sein de l'hépatopancréas (*hp*) où elle est entièrement incluse, ce sont les canalicules issus de ses nombreux acini, qui par leur confluence aboutissent à former la lumière centrale du canal hermaphrodite; cette lumière, relativement large, est tapissée, dans l'axe du canal, par le même épithélium cylindrique (*fig.* 2) qui tapisse les canalicules de la gonade : les cellules en sont hautes, de taille uniforme, très régulièrement rangées; leurs noyaux ovales sont tous au même niveau; enfin ces cellules possèdent une bordure ciliée, typique de la plupart des canaux de décharge; c'est évidemment par l'action de ce revêtement vibratile que la masse des spermatozoïdes est refoulée, à distance de l'épithélium, au milieu de la lumière centrale où elle peut librement s'écouler.

Tout autre est la structure de la paroi au fond des diverticules latéraux (*fig.* 3); ici l'épithélium est plus épais, syncytial, dépourvu de ciliature; en l'absence de cette dernière, les spermatozoïdes, tassés dans une lumière très réduite, sont en contact intime avec la paroi dont ils empêchent, sur les coupes, de suivre le contour avec précision; les noyaux, de taille assez grande, et contenant de nombreux blocs chromatiques, sont disséminés irrégulièrement dans l'épaisseur du syncytium. Mais, dans la partie basale de ce dernier, on observe une deuxième sorte de noyaux, plus petits

et parfaitement arrondis (*fig.* 4); de dessin très net, ils frappent par leur aspect jeune; ils forment par endroits de véritables îlots sur le bord externe de la couche syncytiale bordant le fond du diverticule; on peut voir parmi eux de nombreuses mitoses.

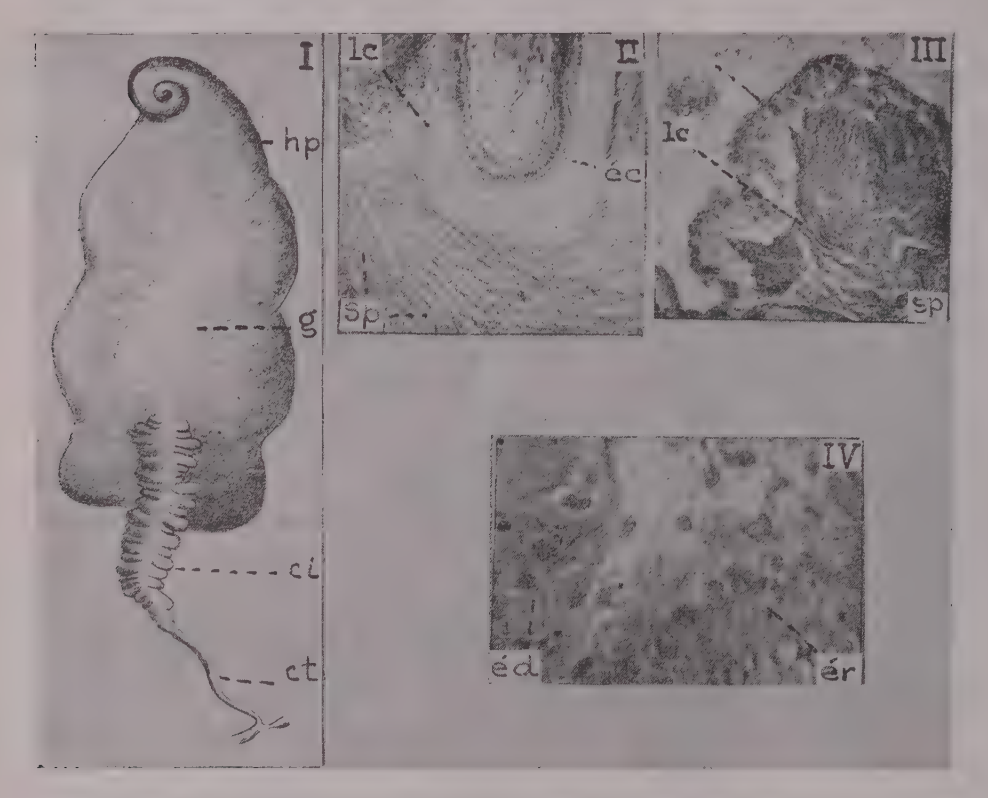


Fig. 1. — Vue d'ensemble de la partie hermaphrodite de l'appareil génital.
Fig. 2. — Portion de l'épithélium cylindrique du canal.
Fig. 3. — Portion de l'épithélium à gros noyaux bordant les diverticules latéraux.
Fig. 4. — Portion de l'épithélium syncytial de régénération.

ci, moitié initiale du canal; ct, portion terminale du canal; éc, épithélium cylindrique cilié; éd, épithélium à gros noyaux des diverticules latéraux; ér, épithélium de régénération; g, glande hermaphrodite; hp, hépatopancréas; lc, lumière du canal; sp, spermatozoïdes.

Grossissements : Fig. 1 : environ 20 ×; Fig. 2 et 3 : × 213; Fig. 4 : × 625.

Ces noyaux sont morphologiquement identiques à ceux qui, dans l'épithélium germinatif de la gonade, représentent les cellules-souches de la gamétogénèse [2]; ils n'ont, en tout cas, aucune ressemblance avec ceux de l'épithélium cilié de la lumière du canal. De plus, chez les animaux soumis à l'action de substances antimitotiques (colchicine et thiodérivé de la colchicine), les portions de paroi syncytiale du fond des diverticules offrent une résistance marquée à une destruction qui, pour certaines doses, s'exerce déjà efficacement sur les acini de la gonade, sur l'épi-

thélium cylindrique du canal et sur les gamètes mûrs ; non seulement dans ces îlots les noyaux restent intacts, mais ils montrent un nombre accru de divisions ; il faut des doses toxiques plus fortes pour altérer la structure de ces îlots syncytiaux ([1]).

En somme, la première moitié du canal hermaphrodite de la Limnée, de par sa structure complexe, peut être assimilée à une *portion extra-hépatique de la gonade*, laquelle, libre dans la cavité générale, reste ordinairement stérile, mais peut éventuellement, dans certaines conditions expérimentales, produire des gamètes ([1]). Si l'ablation totale de la gonade, dans cette espèce, n'était pas rendue impossible par l'extrême dissémination de cette glande dans le tissu hépatique, il est logique de penser qu'une régénération du germen pourrait se produire, comme chez l'Arion, à partir des « éléments épithéliaux du revêtement pariétal des cryptes » ou diverticules. Quant à définir la vraie nature des jeunes cellules de régénération, il serait vain d'en discuter, en l'absence d' « un critère d'évolution à la fois accessible et significatif » (Laviolette). En tout cas il ne nous apparaît aucune nécessité de renoncer, pour l'interprétation des îlots syncytiaux à petits noyaux, à la notion de « réserve cellulaire totipotente », qui dispense de recourir à l'idée inacceptable de dédifférenciation, et qui s'accorde de la façon la plus satisfaisante et la plus souple avec toutes les formes innombrables et variées de la régulation organique chez les êtres vivants.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

([1]) R. AUBRY, *C. R. Soc. Biol.*, séance du 20 octobre 1956 (sous presse).

([2]) R. AUBRY, *C. R. Soc. Biol.*, **148**, 1954, p. 2075.

RADIOBIOLOGIE. — *Efficacité biologique relative du tritium et de divers rayonnements* γ ([1]). Note (*) de Mlle **SYLVIE DAVYDOFF**, présentée par M. Francis Perrin.

On a déterminé l'efficacité biologique relative du tritium et de divers rayonnements γ vis-à-vis d'une bactérie *Serratia indica*. Quelle que soit l'intensité d'irradiation, les divers rayonnements γ ont eu la même efficacité biologique, celle du rayonnement β du tritium étant moindre, avec un facteur d'efficacité biologique relative de 0,87.

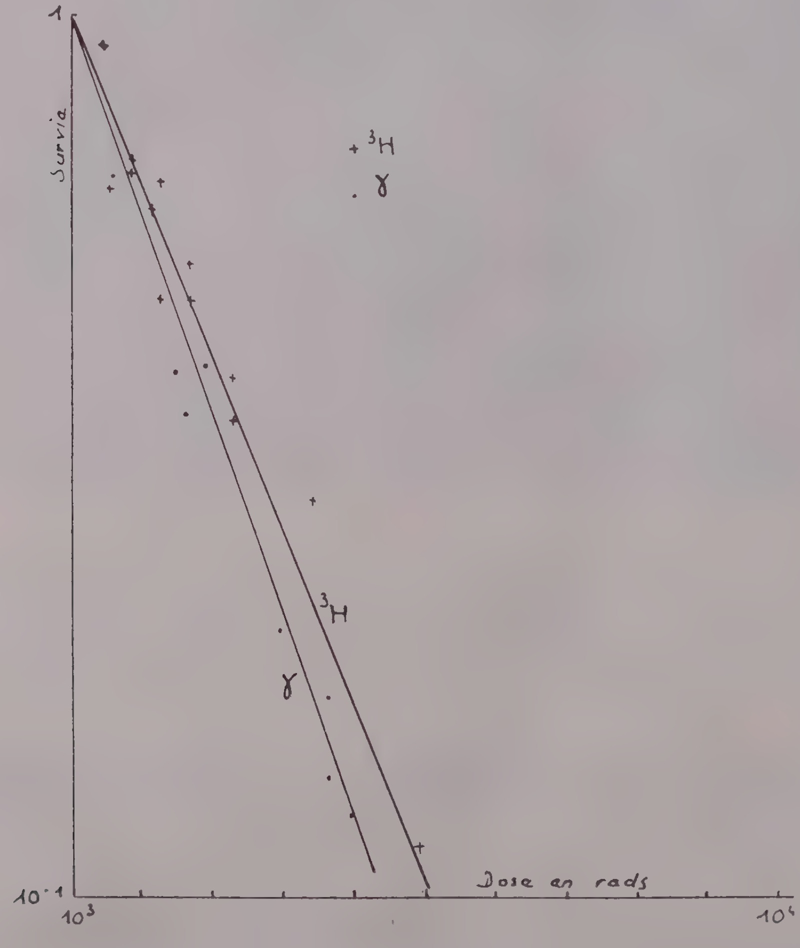
Nous avons établi la courbe de survie d'une bactérie, *Serratia indica*, d'une part dans le cas d'une irradiation β (tritium), d'autre part dans celui d'irradiations γ.

Technique. — Les milieux utilisés sont les suivants :

Milieu D.		Milieu DP.	
ClK	0,20 g	ClK	0,20 g
NO_3NH_4	0,30 g	NO_3NH_4	0,30 g
SO_4Mg, $2H_2O$	0,20 g	SO_4Mg, $2H_2O$	0,20 g
Glycérophosphate de Na...	1 g	PO_4HNa_2, $12H_2O$	0,05 g
Eau permutée, qsp.......	100 ml	Eau permutée, qsp	100 ml

pH 6,8

Une culture de 24 h à 30° de *S. indica* en milieu D est centrifugée. Le culot bactérien est lavé puis remis, pour l'irradiation, en suspension en milieu DP (milieu sans carbone) de manière à obtenir une concentration d'environ 4.10^8 germes/ml.



Les numérations bactériennes sont faites par ensemencement d'une partie aliquote de la suspension sur plaques de gélose nutritive et comptage des colonies apparues après un séjour de 48 h à 30°.

Les rayonnements γ utilisés ont été celui de l'iridium-192 (énergie moyenne 0,4 MeV) et celui, complexe, du puits de désactivation dans lequel sont stockés les barreaux d'uranium après leur sortie de la pile P 2 de Saclay, l'énergie de la presque totalité de ce rayonnement étant 0,7 MeV au moment de nos expériences. Les intensités d'irradiation ont varié entre 100 et 70 r/mn, puis entre 950 et 700 r/mn pour le rayonnement de l'iridium, entre 120 et 65 r/mn pour celui du puits de désactivation.

Le rayonnement β a été celui du tritium incorporé sous forme d'eau tritiée à la suspension bactérienne faite en milieu DP, des numérations de germes étant pratiquées après des durées de contact croissantes. Les intensités d'irradiation ont été 1,85 — 3,7 et 7,4 rep/mn.

Nos expériences s'étendant sur plusieurs jours, nous n'avons pu les poursuivre pour des doses supérieures à 6 000 rad. En effet, pour des teneurs en bactéries de l'ordre de 10^4 à 10^5 germes/ml, à la température du laboratoire, même en l'absence de source de carbone, il y a au bout de 48 à 72 h une croissance bactérienne trop faible pour être visible par néphélométrie, mais qui peut être mise en évidence par numération sur plaque de gélose.

Résultats. — Quelles que soient la source γ et l'intensité d'irradiation, la courbe de survie est identique. Si l'on porte en abscisses la dose en rad et en ordonnées le logarithme du taux de survie, on obtient une droite, la dose léthale 50 % étant 1 300 rad.

Si l'on trace de la même manière la courbe de survie du germe après action du tritium et qu'on considère les taux de survie entre 100 et 10 %, on obtient également une droite, la dose léthale 50 % étant 1 500 rad.

Les efficacités biologiques du tritium et des rayonnements γ que nous avons utilisés sont donc très voisines; le facteur d'efficacité biologique relative (EBR) est égal à 0,87.

D'autres auteurs, étudiant l'action du tritium sur des microorganismes ont trouvé, par rapport à ^{32}P, EBR = 1,7 (Kornberg et coll) (2), par rapport aux rayons X de 200 kV et aux rayons β de ^{89}Sr, ^{90}Sr et ^{90}Y, EBR = 0,82 (E. L. Powers et D. Shefner) (3).

Conclusion. — A cause sans doute de sa perte d'énergie linéaire relativement élevée, due à la faible énergie de son rayonnement, l'efficacité biologique du tritium est sensiblement la même que celle d'un rayonnement γ d'énergie beaucoup plus élevée.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) Travail effectué avec la collaboration technique de Mme G. Ducatez.

(2) M. E. GETZENDANER, M. P. FUJIHARA et H. A. KORNBERG, H W 28 636, 1953.

(3) *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, 78, 1951, p. 493.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les perturbations observées dans la chromatographie sur papier d'une base organique non amphotère (l'agmatine) et sur la contribution de ces faits à l'analyse du phénomène de chromatographie sur papier en général.* Note (*) de MM. **François Miranda** et **Serge Lissitzky**, présentée par M. René Fabre.

La présence dans un extrait naturel d'une base guanidique non amphotère, très sensible aux variations des facteurs impliqués dans la chromatographie sur papier, a permis la mise au point de protocoles adaptés à leur étude et attiré l'attention sur l'hydrolyse éventuelle des sels minéraux, en cours de chromatographie dans l'eau.

Au cours de l'étude chromatographique des composés guanidiques d'extraits naturels [1] obtenus par extraction en milieu acétique suivie de dessalage à l'alcool, nous avons constaté l'existence d'un spot en V inconnu, présentant une réaction de Sakaguchi positive, de R_f 0,2 en butanol acétique 10 % (agmatine témoin : spot ovalaire de R_f 0,08) mais s'identifiant à l'agmatine en pyridine-isopentanol-acide acétique-eau et en électrophorèse. Les raisons de cette anomalie de migration ont été objectivées par des révélations de pH faites principalement au vert de bromocrésol (VB) et montrant l'existence d'un spot ovalaire basique coiffant exactement le spot en V et dû aux acétates à dissociation basique contenus dans l'extrait. De nombreuses expériences ont montré que la présence de base forte minérale a transformé l'ion agmatinium libre en agmatine base non dissociée, dont la solubilité dans la phase mobile est plus grande et qui ne pourra se déposer sous forme d'acétate d'agmatine qu'à la limite du spot basique. Ces perturbations s'expliquent par la nature de base non amphotère de l'agmatine, très sensible à l'alcalinisation du milieu, alors que la migration de l'arginine et d'autres bases amphotères est peu modifiée. Ces faits donnent les raisons théoriques du R_f quintuplé de l'agmatine et de l'arcaïne lorsque les papiers sont préalablement imprégnés avec NaOH 0,2 N [2] alors que celui de l'arginine n'est que doublé et celui de la glycocyamine plus faible; ils sont en accord avec les techniques proposées par R. Munier [3] et E. F. Mac Farren [4] qui ont mis à profit la modification de l'état d'ionisation pour améliorer certains types de séparations. L'établissement successif d'équilibres ioniques différents en cours de chromatographie conduit à la mise en évidence d'une application particulière de la loi d'action des masses, celle-ci jouant alors en faveur de la formation du corps qui s'élimine par sa plus grande solubilité dans la phase organique mobile. L'étude systématique de l'influence des sels minéraux basiques sur la chromatographie en butanol acétique de l'agmatine a montré que : 1° l'agmatine subit des perturbations du même ordre; 2° la chromatographie du sel donne naissance par révélation au VB, à côté de la plage basique attendue, à une

plage acide, cette séparation s'expliquant par l'application de la loi d'action des masses à la chromatographie de partage invoquée précédemment. Il en est de même pour les sels acides et les sels organiques comme le chlorhydrate de méthylguanidine qui se dissocie complètement en HCl (R_f 0,25) et en une plage basique d'acétate de méthylguanidine (R_f 0,50). Bien plus, les sels neutres comme NaCl donnent les mêmes types de chromatogrammes. L'étude des différents sels essayés montre, par ailleurs, que, pour les halogénures, la plage acide précède la plage alcaline, alors que l'inverse est observé pour les sels d'oxacides.

Ces faits semblent indiquer de toute évidence l'hydrolyse des sels, même neutres, lors de la chromatographie en butanol acétique. De plus, nous avons éliminé l'influence possible de l'acidité du solvant sur la formation de plages acides en utilisant les phases solvantes déjà mentionnées privées d'acide acétique. L'expérience montre que l'on a les mêmes séparations en plages acides et basiques ([5]).

Il convenait dès lors de chercher à dissocier l'action des différents facteurs impliqués dans la séparation chromatographique en éliminant le facteur solubilité de partage, i.e. en réalisant les mêmes expériences avec l'eau pure comme solvant. Dans ces conditions on observe également l'apparition de plages acides et basiques; pour NaCl, par exemple, la superficie des plages en front de migration augmente avec la concentration, tandis que, depuis le départ, s'étale une traînée colorant en bleu le VB, ce qui paraît traduire l'échange de Na^+ par les groupements acides du papier ([6]), phénomène qui, associé à l'énergie fournie par le flux aqueux, serait responsable de l'hydrolyse du sel neutre. Cet échange d'ions paraît également objectivé par le fait que, dans l'eau pure, l'agmatine (guanidinium, ammonium) ne migre pratiquement pas, alors que l'acide guanidobutyrique (guanidinium, carboxylique) se déplace avec le front, l'arginine (guanidinium, amino-carboxylique) occupant une position intermédiaire. Cependant le problème des impuretés minérales du papier qui a préoccupé de nombreux auteurs dès le début de la chromatographie sur papier ([7]), se pose avec évidence dans nos expériences. Avec un papier lavé pendant plusieurs jours par capillarité à l'eau bidistillée (et non avec HCl afin de modifier le moins possible sa structure et de ne pas risquer l'apport d'anions adsorbés) on constate que les plages acides sont révélables à l'hélianthine alors que les plages basiques ne se révèlent pas à la phénolphtaléine, tout en virant au bleu avec le VB; c'est l'inverse avec un papier non lavé. Étant donné que le lavage d'un papier est une opération longue, délicate et toujours incomplète ([8]), il est difficile d'affirmer l'hydrolyse du sel en considérant la formation d'une zone basique, les impuretés du papier étant elles-mêmes basiques; par contre, l'apparition d'une zone acide forte est un argument extrêmement solide en sa faveur. Cette hydrolyse partielle de NaCl explique

alors que l'agmatine, chromatographiée dans l'eau en présence du sel, migre en front sous forme de chlorhydrate, alors qu'en son absence, elle reste au niveau de la zone de dépôt. Les conséquences théoriques et pratiques de ces observations dont l'étude se poursuit seront développées ultérieurement.

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) S. Lissitzky, I. Garcia et J. Roche, *C. R. Soc. Biol.*, 148, 1954, p. 436.

(2) J. Roche, W. Felix, Y. Robin et N. V. Thoai, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1688.

(3) *Bull. Soc. Chim.*, 19, 1952, p. 852.

(4) *Anal. Chem.*, 23, 1951, p. 168.

(5) Westall (*Biochem. J.*, 42, 1948, p. 249) a vu incidemment le phénomène mais n'a pas poussé très avant ses expériences et ses explications concernent surtout l'emploi du phénol auquel il fait jouer un rôle actif dans les équilibres ioniques.

(6) A. J. P. Martin, *Ann. Rev. Biochem.*, 19, 1950, p. 517.

(7) A. H. Gordon, *Discussions Faraday Society*, n° 7, 1949, p. 128.

(8) F. H. Pollard, J. F. W. Mc. Omie et J. V. Martin, *The Analyst*, 81, 1956, p. 353.

IMMUNOCHIMIE. — *Essai d'identification des antigènes* O *des Salmonelles au moyen de l'oxydation periodique du polyoside spécifique.* Note (*) de Mlles **Anne-Marie Staub** et **Regina Tinelli**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Les réactions immunologiques croisées entre le polyoside extrait de *S. typhi* (T), le polyoside extrait de *S. paratyphi* B (PB) et le polyoside T oxydé par l'acide périodique, montrent que parmi les quatre oses communs à T et PB, seuls le glucose et le rhamnose, liés de façon identique dans les deux polyosides, appartiendraient à leurs motifs antigéniques communs.

Chaque sérotype de Salmonelle possède à sa surface un agglutinogène glucido-lipido-protéidique dont la composition chimique détermine la spécificité immunologique, traduite schématiquement par les chiffres attribués à chaque Salmonelle dans la classification de White-Kauffmann.

Le polyoside, extrait de cet agglutinogène par hydrolyse acétique, ne contient pas tous les motifs antigéniques de l'agglutinogène (1); mais l'étude de sa constitution permettra de connaître la composition de quelques-uns de ces motifs. On sait (2) que de tels polyosides, extraits de diverses Salmonelles, contiennent presque toujours les mêmes oses : le glucose, le galactose, le mannose, le rhamnose et soit le tyvélose, soit l'abéquose. La spécificité des divers motifs antigéniques repose sur la nature des oses qu'ils contiennent, sur le mode de liaison de ces oses entre eux et sur leur place dans la molécule (3). Parmi les techniques utilisées pour étudier la constitution des polyosides nous avons choisi les réactions immunologiques croisées et l'oxydation par l'acide periodique, qui ne

porte que sur les oses liés en 1-6, les oses terminaux (2 mol de IO_4H oxydant 1 mol d'anhydrosucre et libérant 1 mol d'acide formique) et les oses liés en 1-4 (1 mol de IO_4H oxydant 1 mol d'anhydrosucre et ne libérant pas d'acide formique) ([4]).

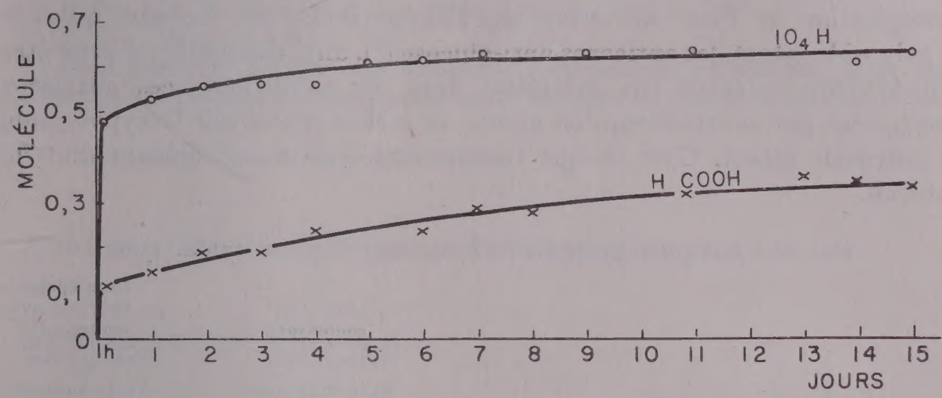


Fig. 1. — Molécule d'IO_4H utilisée ou d'H.COOH formée par molécule d'anhydrosucre.

Nous avons étudié les polyosides extraits ([5]) de deux Salmonelles contenant des antigènes propres et des antigènes communs : *S. typhi* (IX, XII_1, XII_2, XII_3) et *S. paratyphi* B (I, IV, V, XII_1, XII_2). Tous les motifs antigéniques communs aux deux polyosides entrent dans la composition des antigènes XII_1 et XII_2; tous les motifs propres au polyoside extrait de *S. typhi* (polyoside T) entrent dans la composition des antigènes IX et XII_3; tous les motifs antigéniques propres au polyoside extrait de *S. paratyphi* B (polyoside PB) entrent dans la composition des antigènes I, IV et V.

Le polyoside T a été oxydé par l'acide periodique N à 0° et à l'obscurité pendant 15 jours. La figure 1 montre que l'oxydation, rapide pendant les deux premières heures, se poursuit plus lentement ensuite; elle est complète après 7 jours. En rapportant arbitrairement les résultats des dosages de IO_4H et d'acide formique à 1 mol d'anhydrohexose, nous avons trouvé :

Acide periodique utilisé	0,64 mol
Acidité (exprimée en acide formique)	0,33 mol

ce qui montre qu'une partie seulement des oses constitutifs du polyoside T a été oxydée.

La chromatographie qualitative et quantitative des oses, obtenus après hydrolyse de ce polyoside oxydé (oxypolyoside), montre que le glucose et le rhamnose ont pratiquement disparu, que le tyvélose existe encore en faible quantité, alors que les galactose et mannose ne semblent pas avoir été oxydés.

Il était intéressant d'étudier les propriétés immunologiques de l'oxypolyoside. Nous avons utilisé la technique quantitative de M. Heidelberger et E. F. J. Kendall ([6]). L'oxypolyoside qui ne contient plus que du galactose, du mannose et un peu de tyvélose précipite encore un sérum anti-*S. typhi*; mais la quantité maximum d'azote, donc d'anticorps, obtenue lors de la précipitation de 1 cm^3 de sérum par l'oxypolyoside est moindre qu'avec le polyoside intact, les anticorps anti-glucose ([7]), anti-rhamnose (et peut-être anti-tyvélose) n'étant pas précipités dans ces conditions; ces anticorps précipitent par contre lorsqu'on ajoute au sérum épuisé par l'oxypolyoside le polyoside intact. C'est ce que traduisent les résultats figurant dans le tableau.

*Azote des précipités spécifiques obtenus avec le sérum anti-*S. typhi.

		Sérum total contenant. Anti-glucose Anti-rhamnose Anti-galactose Anti-mannose Anti-tyvélose	Sérum épuisé par l'oxypolyosyde contenant. Anti-glucose Anti-rhamnose Anti-tyvélose
Antigènes utilisés	Polyoside T (glucose, galactose, mannose, rhamnose, tyvélose)........	200 µg	90 µg
	Oxypolyoside (galactose, mannose)...	88 µg	0 µg
	Polyoside PB (glucose, galactose, mannose, rhamnose, abéquose)...	79 µg	79 µg

On y voit en outre que le polyoside PB, qui contient en commun avec le polyoside T le glucose, le galactose, le mannose et le rhamnose, précipite la même quantité d'anticorps du sérum entier que du sérum épuisé par l'oxypolyoside, qui ne contient plus d'anticorps anti-galactose et anti-mannose. Il semble donc que le galactose et le mannose (ou le disaccharide qu'ils forment) du polyoside PB ne jouent aucun rôle dans la précipitation du sérum anti-*S. typhi* par ce polyoside. Ces deux oses n'entreraient donc pas dans la composition des antigènes XII_1 et XII_2, communs aux deux Salmonelles qui contiendraient, puisque le tyvélose n'existe pas dans le polyoside PB, du glucose et du rhamnose (ou l'un de ces deux oses) liés en 1-4, en 1-6 ou terminaux. Les antigènes IX et XII_3 contiendraient du galactose, du mannose et du tyvélose; les antigènes I, IV, V contiendraient du galactose, du mannose et de l'abéquose, mais le mode de liaison des hexoses et leur place dans la molécule différeraient suivant les antigènes : liaisons 1-3, par exemple pour les antigènes IX et XII_3, liaisons 1-4 ou 1-6, ou hexoses terminaux, pour les autres antigènes. Ces conclusions sont en accord avec les résultats obtenus, au moyen de réactions immunologiques croisées, par M. Heidelberger et F. Cordoba ([8]).

(*) Séance du 29 octobre 1956.

(1) A. M. Staub, *Ann. Inst. Past.*, 86, 1954. p. 618.

(2) D. A. L. Davies, *Bioch. J.*, 59, 1955, p. 696.

(3) M. Heidelberger, *Ann. Review of Bioch.*, 25, 1956, p. 641.

(4) J. Courtois, *J. exp. Ann. Bioch. Med.*, 9, 1948, p. 225-280; P. Fleury et J. Courtois, 8e *Conseil de Chimie Solvay*, R. Stoops, Bruxelles, 1950, p. 270-360.

(5) G. Pon et A. M. Staub, *Bull. Soc. Chim. biol.*, 37, 1955, p. 1283.

(6) *J. Exp. Med.*, 55, 1932, p. 555.

(7) Pour simplifier l'exposé, nous utiliserons cette formule schématique, étant bien entendu que les anticorps sont spécifiques autant du mode de liaison des oses que de leur nature.

(8) *J. Exp. Med.*, 104, 1956, p. 375.

A 15 h 40 m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 15 h 50 m.

R. C.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de septembre 1956

(*Suite et fin.*)

Inversions spontanées et expérimentales dans les gonades des téléostéens, par Umberto d'Ancona. Extrait des *Annales biologiques*. T. XXXII, fasc. 3-4, 1956; 1 fasc. 24,5 cm.

Microscopium, by Maria Rooseboom. Leiden, 1956; 1 vol. 31 cm.

Ciba Foundation symposium on Paper Electrophoresis, by G. E. W. Wolstenholme and Elaine C. P. Millar. London, J. and A. Churchill, 1956; 1 vol. 21 cm.

Rayonnements de particules atomiques, électrons et photons, par André Berthelot. Paris, Masson, 1956; 1 vol. 25 cm.

Grandeurs et Unités. Exposé critique des principaux systèmes, système Giorgi, par André Ferry. Introduction par Georges Darrieus. Paris, Gauthier-Villars, 1956 ; 1 vol. 25 cm.

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Comité mixte FAO/OMS d'experts de la nutrition. *Rapport sur la quatrième session*, publié conjointement par la FAO et l'OMS et paru également dans Organisation Mondiale de la Santé : Série de rapports techniques, n° 97. Rome 1955; 1 fasc. 24 cm.

Traité de Physique théorique et de Physique mathématique. Ouvrages réunis par Jean-Louis Destouches. VI. *Les fondements de la Chimie théorique, Mécanique ondulatoire appliquée à l'étude des atomes et des molécules*, par Raymond Daudel. Préface de Louis de Broglie. Paris, Gauthier-Villars, 1956; 1 fasc. 25 cm.

Association Française de recherches et d'essais sur les matériaux et les constructions. Journées d'extensométrie, 17, 18, 19 *février* 1955. Numéro spécial des Mémoires du groupement pour l'avancement des méthodes d'analyse des contraintes. Paris, 1955; 1 vol. 27,5 cm.

Monografie matematyczne. T. XXIV. *Mechanics*, par Stefan Banach, 1951. T. XXVIII. *Analytic Functions*, par Stanislaw Saks and Antoni Zygmund, 1952, traduits par E. J. Scott. Warszawa-Wroclaw, Nakladem Polskiego Towarzystwa Matematycznego; 2 vol. 25 cm.

Conselho Nacional de estatistica serviço Nacional de Recenseamento. VI. Recenseamento geral do Brasil, 1950. Série regional. Vol. XIV. Tomo 1, *Estado do Ceará*, censo demográfico. Série regional. Vol. XVI. Tomo 1, *Estado da Paraíba*, censo demográfico. Série regional. Vol. XVIII. Tomo 1, *Estado de Alagoas*, censo demográfico. Série regional. Vol. XXII. Tomo 1, *Estado do Espírito Santo*, censo demográfico. Série regional. Vol. XXV, Tomo 3, *Estado de São Paulo*, censos industrial comercial e dos serviços. Rio de Janeiro, 5 vol. 26,5 cm.

Union internationale pour la protection de la Nature, créée à Fontainebleau, le 5 octobre 1948, *Compte rendu.* Bruxelles; 1 fasc. 24 cm.

Union internationale pour la protection de la Nature. *Présentation selon un plan d'ensemble des principales résolutions votées par les Réunions techniques et les Assemblées générales de l'U. I. P. N.* Bruxelles, 1956; 1 liasse de feuilles, 27,5 cm.